

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-327418

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int.Cl.

H04N 7/32

H03M 7/36

H04N 1/41

(21)Application number : 09-136231

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 27.05.1997

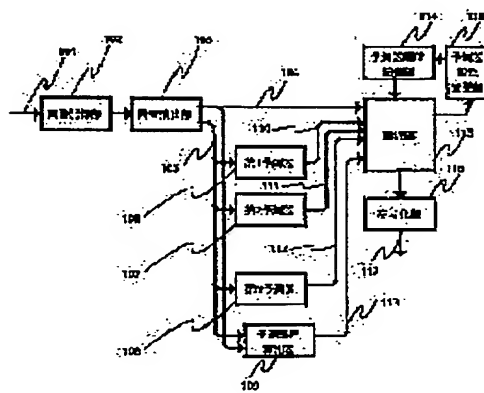
(72)Inventor : KIMURA SHUNICHI
KOSHI YUTAKA

(54) IMAGE CODER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain efficient compression independently of a natural image or an artificial image.

SOLUTION: A pixel extract section 103 extracts a pixel at a lower right of a block as a coded pixel as a 1st stage. As a 2nd stage, the block is divided into four subblocks uniform both longitudinally and laterally, and the pixel at a lower right of a sub block is extracted. Similarly the sub block is further divided into four and the pixel at lower right is extracted. In the case of 8×8 block, all pixel are extracted in the 4th stage. The pixel value 105 of the extracted reference pixel is fed to prediction devices 106-108 and a prediction error calculation section 109. Furthermore, the pixel value 104 of the coded pixel is fed to a selection section 115 and a prediction error calculation device 109. When the predicted result and the pixel value 104 of the coded pixel are determined as identical by a selection section 115, a coding section 116 codes the order of the prediction devices and when a predicted value is not correct, the prediction error is coded.



Extract the 1st coding pixel as a pixel at the lower right of this rectangular area, and the 2nd coding pixel, This rectangular area is extracted as a pixel of the lower right quadrisectioned uniformly [every direction], and it may be made to extract further one pixel after another at the lower right of a rectangular area which quadrisectioned a rectangular area uniformly [every direction] and is made until a rectangular area becomes a size which is 1x1 pixel. An image extract means divides a rectangular area as a field of a NxM pixel of a rectangle which can cover an inputted image without a lap, and extracts all pixels in the rectangular area. All pixels in the rectangular area are extracted.

[0075]The above-mentioned prediction means ranking memory measure memorizes separate ranking according to physical relationship of a pixel and a reference pixel which code, and it may be made for the above-mentioned prediction means ranking alteration means to change ranking to change according to physical relationship of a pixel and a reference pixel which code.

[0076]The above-mentioned prediction means ranking alteration means makes a prediction means selected immediately before the 1st place of ranking, and it may be made to lower ranking of other prediction means every [1] one by one.

[0077]The above-mentioned prediction means ranking alteration means memorizes frequency of a preselected prediction means, and it may be made to determine prediction means ranking based on the frequency.

[0078]The above-mentioned prediction means may be made to perform prediction among reference pixel values from physical relationship of two or more reference pixels of the same pixel value. That is, a pattern of a position of a pixel which serves as the same pixel value among reference pixels is detected, and a predicted pixel value is determined.

[0079]It may be made for the above-mentioned selecting means to change whether the above-mentioned prediction means is chosen and that predetermined value which is not chosen by the above-mentioned prediction means. That is, in coding which permits a prediction error, by a selecting means, compare a prediction result in a prediction means with a pixel value of a pixel to code, and judge whether an absolute value of the difference is larger than a predetermined value or small, but. This predetermined value is enlarged by a prediction means for which it was irreversibly suitable small in a prediction means for which it was irreversibly suitable (to or zero). By a prediction means, a threshold is changed appropriately.

[0080]It may be made for the above-mentioned predetermined prediction means to change with physical relationship of a pixel and a reference pixel which code. In this case, although two or more prediction means at the time of coding each pixel exist, a prediction means changes according to a picture element position of a pixel which performs coding extracted by a pixel extraction means.

[0081]It may be made for the above-mentioned predetermined value to change with physical relationship of a pixel and a reference pixel which code. That is, in coding which permits a prediction error, by a selecting means, compare a prediction result in a prediction means with a pixel value of a pixel to code, and judge whether an absolute value of the difference is larger than a predetermined value or small, but. According to physical relationship of a pixel and a reference pixel which perform coding for this predetermined value, when it is easy to predict a pixel value (or it is hard to carry out), it is small, and in being easy to predict a pixel value (or it is hard to carry out), it enlarges. A threshold is appropriately changed according to physical relationship of a pixel and a reference pixel which code. It may be made for the above-mentioned quantization coefficient to change with physical relationship of a pixel and a reference pixel which code. When quantizing about a prediction error, according to physical relationship of a pixel which codes in the quantization coefficient, i.e., quantization step width, and a reference pixel which computes a prediction error. When it is easy to predict a pixel value (or it is hard to carry out), it is small, and in being easy to predict a pixel value (or it is hard to carry out), it enlarges. Quantization step width is appropriately changed according to physical relationship of a pixel and a reference pixel which code.

determined in the combination of U and V.

[0134][Example 9] Example 9 of this invention is described below. Even when each prediction result differs from the pixel value of a coding pixel, this Example 9 considers that prediction guessed right, codes, and enables the trade-off of image quality and a code amount.

[0135]It explains using drawing 15. The same numerals of drawing 15 and drawing 1 express the same component. In addition to drawing 1, the composition of drawing 15 has formed the decoded image calculation part 1502.

[0136]Next, operation is explained. Only a different portion from Example 1 is explained. In the prediction error calculation device 109, a prediction error is broken by the quantization step which computed and was specified according to the stage and pixel phase of each coding of a prediction error which were computed, and it sends to the selecting part 115 by making the quotient into the quantization error 113.

[0137]If the selecting part 115 has an absolute value of the difference of a prediction result and the pixel value 104 of a coding pixel equal to a predetermined threshold or it is small as compared with the order of the ranking of a prediction device, it will code the ranking of the prediction device in the coding part 116. When all the prediction results 110-112 differ from the pixel value 104 of the coding pixel, it chooses that the selecting part 115 codes a prediction error, and the coding part 116 codes a prediction error.

[0138]When the prediction error quantized when the selected prediction device was a prediction device with an error is chosen, the decoded image calculation part 1502 computes a decoded image, and sends it to the image storage section 102.

[0139]The image storage section 102 is the decoded image computed by the decoded image calculation part 1502, rewrites the pixel value of the already memorized inputted image, or memorizes a decoded image to the field only for a decoded image.

[0140]The prediction devices 106-109 predict using the pixel value of the decoded image computed by the decoded image calculation part 1502. Predetermined thresholds may differ with the stage and pixel phase of each coding.

[0141]Since only the quantization step should be known at the time of decoding, beforehand, a quantization step is a coding and decoding side, and is decided, or is added as a header of numerals.

[0142]In this example, reversible encoding can be easily realized setting a quantization step to 1, and by setting the threshold in the selecting part 115 to 0, without changing coding hardware.

[0143][Example 10] Example 10 of this invention is described below. Example 10 presses down error propagation and enables it to obtain good image quality by not permitting an error in the case of the pixel of the 1st step in the gestalt of Example 9 further, for example.

[0144][Example 11] Example 11 of this invention is described below. In Example 9, although the selecting part 115 compared in order of the ranking of a prediction device, in Example 11, it defines the prediction device in comparison with the beginning. For example, by comparing first by a convenient prediction device irreversibly, the hit probability of the prediction device becomes high, and encoding efficiency can be raised.

[0145]Hereafter, the numerals of drawing 5 are used. For example, in the pixel phase 1, $(D+I)/2$ are used as first prediction device. In the pixel phase 2, $(H+I)/2$ are used as first prediction device. In the pixel phase 3, $(C+G+J+K)/4$ are used as first prediction device.

[0146]In the 1st step, $(D+H)/2$ are used as first prediction device.

[0147][Example 12] Example 12 of this invention is described below. In Example 12, the threshold of whether to choose a prediction device by a prediction device is changed. The coding for which an error is not permitted is carried out to the case of the irreversibly suitable prediction device, i.e., the prediction device using a pixel value as it is. The coding which permits an error is carried out to the case of the irreversibly suitable prediction device, i.e., the prediction device predicted by the linear combination of a reference pixel.

[0148]For example, in the case of the pixel phase 1. The prediction device which makes a

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-327418

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 7/32

H 0 4 N 7/137

Z

H 0 3 M 7/36

H 0 3 M 7/36

H 0 4 N 1/41

H 0 4 N 1/41

B

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平9-136231

(22) 出願日 平成9年(1997)5月27日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 木村 俊一

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 越 裕

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

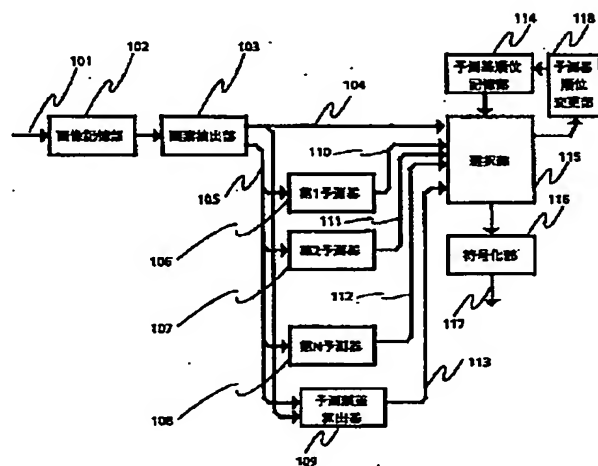
(74) 代理人 弁理士 澤田 俊夫

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置

(57) 【要約】

【課題】 自然画像と人工画像の区別なく、効率的な圧縮を行えるようにする。

【解決手段】 画素抽出部103は、第1段階として、ブロックの右下の画素を符号化画素として抽出する。第2段階として、ブロックを縦横均等に4分割し、そのサブブロックの右下の画素を抽出する。同様に第3段階として、サブブロックを4分割し、右下の画素を抽出する。8×8のブロックでは、第4段階まで行くと、全ての画素を抽出できる。抽出された参照画素の画素値105は予測器106～108、予測誤差算出器109に送られる。また、符号化画素の画素値104は選択部115と、予測誤差算出器109に送られる。選択部115は、予測結果と符号化画素の画素値104が同じであれば、その予測器の順位を符号化部116で符号化し、予測が的中しない場合には、予測誤差を符号化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像の少なくとも一部を一時記憶する画像記憶手段と、

上記画像記憶手段に記憶された画像の画素を、所定の規則に基づいて大きさおよび位置が決定される、上記画素を内包する分割領域に対応づけ、大きな分割領域に対応する画素から小さな分割領域に対応する画素へと順に符号化対象画素を選択し、選択された上記符号化対象画素と、上記符号化対象画素に対応する分割領域内あるいは上記分割領域に隣接する分割領域内のすでに符号化されている参照画素とを抽出する画素抽出手段と、

上記参照画素の画素値を用いて、上記符号化対象画素の画素値を予測するか、または、上記符号化対象画素の画素値と、上記参照画素の画素値を用いて予測した画素値との間の予測誤差を算出する複数の予測手段と、

上記複数の予測手段の選択可能性の順位を記憶する予測手段順位記憶手段と、
前記複数の予測手段の中から、1の予測手段を選択する選択手段と、

選択した予測手段の情報をもとに上記予測手段順位記憶手段に記憶されている予測手段の順位を変更する予測手段順位変更手段と、

選択された予測手段順位あるいは、予測手段順位と予測誤差とを符号化する符号化手段とからなることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項2】 復号画像を算出する復号画像算出手段をさらに具備し、上記画像記憶手段は、上記復号画像をさらに記憶し、上記選択手段は、上記予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しくない場合であっても、対応する予測手段を選択し、上記復号画像算出手段は、復号される画素値を算出し、上記画像記憶手段に復号画像を記憶し、上記画素抽出手段は、上記参照画素として、上記画像記憶手段に記憶された復号画像の画素値を抽出することを特徴とする請求項1の画像符号化装置。

【請求項3】 上記選択手段は、予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しい予測手段のうちで、最も予測手段順位の高い予測手段を選択し、全ての予測手段の予測結果が上記符号化対象画素の画素値と異なる場合には予測誤差を算出する予測手段を選択することを特徴とする請求項1の画像符号化装置。

【請求項4】 上記選択手段は、予測手段順位の高い順に、上記予測手段の予測値と、上記符号化対象画素の画素値とを比較し、その差分の絶対値が所定の値より小さい時にはその予測手段を選択し、全ての予測手段の差分の絶対値が所定の値より小さくない場合には予測誤差を算出する予測手段を選択することを特徴とする請求項2の画像符号化装置。

【請求項5】 上記選択手段は、所定の予測手段の予測値と、上記符号化対象画素の画素値とを比較し、その差分の絶対値が所定の値より小さい時にはその予測手段を

選択し、それ以外の場合は、予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しい予測手段のうちで、最も予測手段順位の高い予測手段を選択し、全ての予測手段の予測結果が符号化を行う画素の画素値と異なる場合には予測誤差を算出する予測手段を選択することを特徴とする請求項2の画像符号化装置。

【請求項6】 画素誤差拡散手段をさらに具備し、上記画素誤差拡散手段は、入力参照画素と、復号参照画素との差分を重み付けして加算し、さらに上記符号化対象画素の画素値に加算し、その結果を符号化対象画素の画素値とすることを特徴とする請求項2の画像符号化装置。

【請求項7】 予測誤差量子化手段をさらに具備し、上記予測誤差量子化手段は、所定の量子化係数によって、予測誤差を量子化することを特徴とする請求項1の画像符号化装置。

【請求項8】 上記予測手段は、参照画素の画素値を予測値とすることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項9】 上記予測手段は、複数の参照画素の画素値の線形和を予測値とすることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項10】 上記画素抽出手段は、上記符号化対象画素の分割領域内の相対位置に応じて、参照画素の位置および数を変化させることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項11】 上記予測手段順位変更手段は、予測誤差を算出する予測手段の予測手段順位を固定とすることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項12】 上記予測手段順位変更手段は、予測誤差を算出する予測手段の予測手段順位を、他の予測手段と同様に变化させることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項13】 上記画像抽出手段は、上記画像記憶手段に記憶された画像を縦および横が2のN乗の画素数の矩形領域に分割し、第1の符号化画素を、該矩形領域の右下の画素として抽出し、第2の符号化画素を、該矩形領域を縦横均等に4分割した右下の画素として抽出し、さらに、矩形領域を縦横均等に4分割してできる矩形領域の右下の画素を矩形領域が1×1画素の大きさになるまで次々と抽出することを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項14】 上記予測手段順位記憶手段は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、別々の順位を記憶し、上記予測手段順位変更手段は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、変更する順位を変えることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項15】 上記予測手段順位変更手段は、直前に選択された予測手段を順位1位とし、その他の予測手段の順位は順次1ずつ下げることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項16】 上記予測手段順位変更手段は、事前に選択された予測手段の頻度を記憶しておき、その頻度に基づいて予測手段順位を決定することを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項17】 上記予測手段は、参照画素値のうち同一画素値の複数の参照画素の位置関係から予測を行うことを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項18】 上記選択手段は、上記予測手段によって、上記予測手段を選択するか選択しないかの所定の値を変えることを特徴とする請求項4または5記載の画像符号化装置。

【請求項19】 上記所定の予測手段は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、異なることを特徴とする請求項5記載の画像符号化装置。

【請求項20】 上記所定の値は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、異なることを特徴とする請求項4または5記載の画像符号化装置。

【請求項21】 上記量子化係数は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、異なることを特徴とする請求項7記載の画像符号化装置。

【請求項22】 上記画素抽出手段によって、分割される分割領域の最初に符号化を行う画素の符号化誤差を許容しないことを特徴とする請求項2または7記載の画像符号化装置。

【請求項23】 参照画素のパターン決定手段をさらに具備し、上記パターン決定手段は、参照画素の画素値によって参照画素パターンを決定し、上記予測手段順位記憶手段は、パターン毎に予測手段順位を記憶し、上記予測手段順位変更手段では、パターン毎に予測手段順位を変更することを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項24】 上記パターン決定手段は、同一画素値となる参照画素の位置を調べることを特徴とする請求項23記載の画像符号化装置。

【請求項25】 上記パターン決定手段は、参照画素の画素値を平面で近似できるかどうか調べることを特徴とする請求項23記載の画像符号化装置。

【請求項26】 上記符号化手段は、上記選択手段で選択を行った順に、1位となった予測手段順位のランレングスと、1位以外の予測手段順位と、予測誤差とを符号化することを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項27】 上記符号化手段は、分割された分割領域の最後の画素まで、全て予測手段順位が1位の場合は、ランレングス符号化の代わりにブロック終端符号を付加することを特徴とする請求項26記載の画像符号化装置。

【請求項28】 上記符号化手段は、上記選択手段で選択を行った順に、1位以外の予測手段順位と、予測誤差を符号化し、さらに、1位か、1位以外かの1ビットの

予測的中情報を分割領域毎に符号化することを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像符号化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像は一般に非常に大量のデータとなるので、蓄積や伝送の際には符号化によって圧縮するのが一般的である。このとき画像符号化の対象となる画像データを2つに大別すると、例えば自然画像と人工画像とに分けられる。

【0003】 前者は実在する画像を何らかの手段でデジタルデータに変換したもので、例えば写真をスキャナで読み取ったり、風景をデジタルカメラで取り込んだものがこれに相当する。後者は実在しない画像を何らかの手段でデジタルデータとして作成したもので、例えばコンピュータ・グラフィックスやワードプロセッサによって作られた原稿等がこれに相当する。以降、自然画像、人工画像という言葉はこの定義で用いる。

【0004】 一般的に自然画像はデジタル変換時にノイズが重畳され、高域成分が劣化する傾向がある。この結果として、得られるデジタルデータは下位ビットの情報量が多く、使われる色数も多い。また周波数分析すると成分が低域に集中しやすく、高域は減衰する。

【0005】 逆に人工画像は故意にノイズを加えた場合を除いて下位ビットの情報量は多くなく、使われる色も特定色に集中しやすい。またエッジや細線等がシャープに出るため、高域にも重要な情報が多く含まれる。

【0006】 以上の事実を確認する2つの実験例を図19に示す。第1の実験としてDCT（離散コサイン変換：Discrete Cosine Transform）処理によって得られる係数に対して、個別に2乗平均して平方根をとった値をいくつかの画像について調べた。この結果を同図（a）のように8つのエリア別に加算した結果を同図（b）に示す。DCT係数は左上から右下にいくにつれ周波数が高くなるように表記するので、同図（b）ではx軸で右側が高い周波数にあたる。同図から明らかなように自然画像は高域になるに従って成分が減少するのに対し、人工画像は周波数にかかわらず成分が分布する。

【0007】 第2の実験は画像から隣り合った画素値を取り出し、左側の画素値を右側の画素値から減算した結果の統計をとった。これは一般には前値差分等と呼ばれる値である。図19（c）は第2の実験結果である。同図から明らかなように人工画像では自然画像に比較して前値差分が0に集中する。これは左側の画素値から右側の画素値を予測する前値予測の予測精度が高くなることを示す。

【0008】 以下、自然画像と人工画像のそれぞれに対

して有効な画像符号化手法をそれぞれ第1、第2の従来例として述べる。

【0009】まず第1の従来例として自然画像に対する従来の符号化技術について説明する。もともと自然画像は情報量が非常に多いので、何らかの手法で情報を量子化することが必要になる。そこで量子化の効率について考えた場合、自然画像は周波数成分が低域に集中するので、低域を細かく、高域を粗く量子化することにより、平均誤差を小さくした量子化が実現できる。すなわち、画質への影響を極力少なくし、かつ効率的に情報量を削減することができる。

【0010】画像符号化の一手法である周波数変換符号化はこの特性を利用し、入力画像を周波数変換し高域成分の情報を特に粗く量子化する。周波数変換符号化の代表例としては、例えば国際標準であるJPEG (Jois*)

$$x(u, v) = \frac{c(u)c(v)}{4} \sum_{m=0}^7 \sum_{n=0}^7 (x(m, n) - 128) \cos \frac{(2m+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2n+1)v\pi}{16} \quad (1)$$

$$x(m, n) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 c(u)c(v) y(u, v) \cos \frac{(2m+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2n+1)v\pi}{16} + 128 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{ただし、} c(u), c(v) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (u, v=0) \\ &= 1 \quad \text{その他} \end{aligned}$$

図20(a)および(b)はそれぞれ第1の従来例の画像非可逆符号化装置、復号装置の構成例である。同図は前出“カラー静止画像の～”p. 163の図3を部分的に抜き出し、用語を修正したものである。図中、2001は画像入力部、2003はDCT部、2005は係数量子化部、2007は係数出力部、2002は入力画像データ、2004は係数データ、2006は量子化係数データ、2008は係数入力部、2009は量子化係数データ、2012は逆DCT部、2014は復号画像出力部、2010は係数逆量子化部、2013は復号画像データ、2011は逆量子化係数データである。

【0013】図20(a)および(b)の各部について説明する。図20(a)の符号化装置は以下の構成よりなる。画像入力部2001は外部より画像を入力し、入力画像データ2002としてDCT部2003へ送出する。DCT部2003は入力画像データ2002にDCT処理を行い、その結果を係数データ2004として係数量子化部2005へ送出する。係数量子化部2005は係数データ2004に対して予め定められた方法で量子化処理を行い、量子化係数データ2006として係数出力部2007へ送出する。係数出力部2007は量子化係数データ2006を外へ出力する。

【0014】次に図20(b)の復号装置は以下の構成よりなる。係数入力部2008は外部より係数を入力し、量子化係数データ2009として係数逆量子化部2010へ送出する。係数逆量子化部2010は量子化係数データ2009に対して係数量子化部2005で行われた量子化の逆変換となるような逆量子化を行い、逆量子化係数データ2011として逆DCT部2012へ送出する。逆DCT部2012は逆量子化係数データ2011に対してDCT部2003で行われたDCT処理の逆変換となる逆DCT処理を行い、その結果を復号画像データ2013として復号画像出力部2014へ送出する。復号画像出力部2014は復号画像データ2013を外へ出力する。

*nt Photographic Experts Group)のDCT方式があげられる。以下、第1の従来例としてJPEG-DCT方式について説明する。

【0011】第1の従来例の説明に入る前にDCTについて説明する。画像符号化で用いられるDCTは正確には二次元DCTと呼ばれるもので、横方向と縦方向の2つの一次元DCTを独立に処理することによって求められる。“カラー静止画像の国際標準符号化方式-JPEGアルゴリズム” (遠藤、インターフェース、1991. 12, pp160-182)によれば、変換する画像ブロックを $x(m, n)$ 、変換された係数ブロックを $y(u, v)$ と表記すると、8bit画像に対する 8×8 のDCTの変換式と逆変換式は次のようにかける。

【0012】

【数1】

010へ送出する。係数逆量子化部2010は量子化係数データ2009に対して係数量子化部2005で行われた量子化の逆変換となるような逆量子化を行い、逆量子化係数データ2011として逆DCT部2012へ送出する。逆DCT部2012は逆量子化係数データ2011に対してDCT部2003で行われたDCT処理の逆変換となる逆DCT処理を行い、その結果を復号画像データ2013として復号画像出力部2014へ送出する。復号画像出力部2014は復号画像データ2013を外へ出力する。

【0015】以上の構成は第1の従来例の一部であり、通常は符号化装置では量子化係数データ2006にHuffman符号やQM符号等の可変長符号化処理を行い、復号装置では可変長符号化処理に対応する復号を行って量子化係数データ2009を得るのが一般的な構成である。これらの部分は本発明の本質とは関係がなく、またこの部分の省略が第1の従来例の本質を損なうものでもないので、ここでは説明を省略する。

【0016】以上の構成に基づいて第1の従来例の動作について説明する。図21(a)および(b)は従来例の動作を示すフローチャートである。

【0017】まず図21(a)を用いて第1の従来例の符号化手順について説明する。S10では画像入力部2001において外部より画像の入力を行い、入力画像データ2002を得る。S20ではDCT部2003にお

いてDCT処理を行い、係数データ2004を得る。S35では係数量子化部2005において係数データ2004に対して予め定められた方法で量子化処理を行い、量子化係数データ2006を得る。S75では係数出力部2007において量子化係数データ2006を外部へ出力する。S80では入力された入力画像データ2002の処理が全て終了したかどうかを判定し、終了していなければS10へ戻り、終了していれば符号化手順を終了する。

【0018】次に図12(b)を用いて第1の従来例の復号手順について説明する。S115では係数入力部2008において外部より係数の入力を行い、量子化係数データ2009を得る。S125では係数逆量子化部2010において逆量子化処理を行い、逆量子化係数データ2011を得る。S130では逆DCT部2012において逆量子化係数データに対して逆DCT処理を行い、復号画像データ2013を得る。S140では復号画像出力部2014において復号画像データ2013を外部へ出力する。S150では入力された量子化係数データ2009の処理が全て終了したかどうかを判定し、

終了していなければS115へ戻り、終了していれば復号手順を終了する。

【0019】以上の動作の中で係数量子化部2005で行われる量子化処理について説明する。前述したように一般の周波数変換符号化では、低域成分に比較して高域成分を粗く量子化する。JPEG-DCT方式では次の式の線形量子化を用いる。ここでroundは引数に最も近い整数を返す関数である。

【0020】

*

$$(\text{予測誤差}) = (\text{実際の画素値}) - (\text{予測値}) \quad (4)$$

図19(b)に示したように人工画像では予測誤差が0に集中するから、一般には自然画像よりも符号量を削減することができる。また特に可逆の予測符号化は、符号量制御ができない反面、画質が劣化する可能性はない。

【0024】以下、第2の従来例の具体的な説明を行う。図23(a)および(b)はそれぞれ第2の従来例の画像可逆符号化装置、復号装置の構成図である。同図は“カラー静止画像の国際標準符号化方式-JPEGアルゴリズム”p.173の図17を部分的に抜き出し、復号装置を加え、用語を修正したものである。図中、図20と同様の部分は同じ符号を付して説明を省略する。2303は予測部、2305は予測誤差出力部、2306は予測誤差入力部、2304は予測誤差データである。

【0025】図23(a)および(b)の各部について説明する。図23(a)の符号化装置は以下の構成よりなる。予測部2303は入力画像データ2002を用いて次に符号化する画素値を予測し、実際の画素値との差分を予測誤差データ2304として予測誤差出力部2305へ送出する。

*【数2】

$$(\text{量子化係数}) = \text{round} \left(\frac{(\text{DCT係数})}{(\text{量子化ステップ})} \right) \quad (3)$$

図22はJPEG-DCT方式の推奨量子化テーブルである(前出“カラー静止画像の国際標準符号化方式-JPEGアルゴリズム”p.167図9による)。同図中の数字が量子化ステップを表し、数値が大きいほど粗く量子化することに相当する。量子化テーブルは(1)式のDCT係数同様に左上から右下に向かって周波数が高くなるよう表記されるので、高域成分が特に粗く量子化されていることになる。

【0021】次に第2の従来例として、人工画像に対する従来の符号化技術について説明する。人工画像では図10(c)で示したように同じ色が空間的に局在して出現することが多いので、周辺画素による画素値予測と予測誤差の符号化を組み合わせる予測符号化が有効である。以下、予測符号化の代表例として前述の国際標準JPEGで定められた可逆符号化方式であるSpatial方式を第2の従来例として説明する。Spatial方式は可逆の符号化方式であり、人工画像に対してはDCT方式よりも高い圧縮率を得ることができる。

【0022】第2の従来例の具体的な説明に入る前に予測符号化について説明する。予測符号化は次に符号化しようとする画素の画素値を予測し、次の式で得られる予測誤差を符号化する手法である。

【0023】

【数3】

【0026】図23(b)の復号装置は以下の構成よりなる。予測誤差入力部2306は予測誤差を外部より入力し、予測誤差データ2304として予測部2303へ送出する。予測部2303は符号化装置の予測部2303と同一であるが、次の画素を予測のために復号した画像を参照する点が異なる。

【0027】以上の構成に基づいて第2の従来例の動作について説明する。図24(a)および(b)は従来例の動作を示すフローチャートである。

【0028】まず図24(a)を用いて第2の従来例の符号化手順について説明する。図12(a)と同様の部分は同一の符号を付し、説明を省略する。S25では予測部2303において(4)式より予測誤差を算出する。S76では予測誤差出力部2305においてS25で算出した予測誤差データ2304を外部へ出力する。

【0029】次に図24(b)を用いて第2の従来例の復号手順について説明する。図21(b)と同様の部分は同一の符号を付し、説明を省略する。S116では予測誤差入力部2306において外部より予測誤差を入力する。S135では予測部2303において予測値と予

測誤差の加算によって画素値を算出する。

【0030】動作説明中、予測誤差算出処理について説明する。J P E G - S p a t i a l方式では図25に示した7つの予測器のうち、どれか1つを使うように定められている。例えば予測式をaとした場合、これから符号化する画素xの左隣りの画素値を予測値とすればよい。

【0031】以上第1、第2の従来例を説明したが、以下ではいずれか単独では自然画像と人工画像の区別なく効率的に符号化するのは難しいことを示す。

【0032】人工画像では高域成分にも重要な情報が含まれるので、図22のように高域が粗い量子化を行うと画質劣化、例えばモスキート・ノイズが発生する。図22(a)に示した量子化テーブルによって発生したモスキート・ノイズの例を図26(a)および(b)に示す。同図(a)が入力画像、同図(b)が復号画像である。このようなノイズのためにJ P E G - D C T方式のような周波数変換符号化では、人工画像に対して画質を維持したまま符号量を削減することが難しい。この様子を図27に示す。

【0033】一方、自然画像はノイズの影響で近隣画素同士でも画素値が異なるため、J P E G - S p a t i a l方式のような可逆の予測符号化では符号量が小さくならない。この様子を図28に示す。また可逆符号化は画質と符号量をトレード・オフにできないので、符号量制御ができない。これは蓄積媒体の容量や通信帯域等に直接影響するので、システムの構築を難しくする。

【0034】また、J P E G - S p a t i a l方式のようなラスタスキャンで予測を行う方式では、図25に示されるように、参照領域が既に符号化を終えた左または上の画素に限られる。すなわち、予測可能な画素の方向が限られているため、予測の効率が上がらない。これは、自然画像、人工画像共に言える。

【0035】このように第1、第2の従来例では有効に符号化できない画像が存在する。この問題を解決するために非可逆符号化と可逆符号化とを部分毎に使い分ける手法が考えられる。そのような例として特開平6-113145号公報の手法がある。以下、第3の従来例としてこの公報の手法について説明する。

【0036】図29は第3の従来例の画像処理装置の構成図である。同図は特開平6-113145号公報の主旨を損なわないよう、該公報の図1の一部を省略し、用語を修正したものである。図中、2901は人工画像入力部、2910は自然画像入力部、2903人工画像符号化部、2912は自然画像符号化部、2905は人工画像記憶部、2914は自然画像記憶部、2907は人工画像復号部、2916は自然画像復号部、2909は画像合成部、2902は入力人工画像データ、2911は入力自然画像データ、2904は人工画像符号データ、2913は自然画像符号データ、2908は復号人

工画像データ、2917は復号自然画像データである。

【0037】図29の各部について説明する。人工画像入力部2901および自然画像入力部2910はそれぞれ外部より人工画像、自然画像を入力し、入力人工画像データ2902、入力自然画像データ2911として人工画像符号化部2903、自然画像符号化部2912へ送出する。人工画像符号化部2903および自然画像符号化部2912はそれぞれ入力人工画像データ2902、入力自然画像データ2911にそれぞれに予め定められた手法で符号化を行い、人工画像符号データ2904、自然画像符号データ2913として、人工画像記憶部2905、自然画像記憶部2914へ送出する。人工画像記憶部2905および自然画像記憶部2914はそれぞれ人工画像符号データ2904、自然画像符号データ2913を一時的に記憶し、それぞれ人工画像復号部2907、自然画像復号部2916へ送出する。人工画像復号部2907および自然画像復号部2916はそれぞれ人工画像符号化部2903、自然画像符号化部2912で行われた符号化に対応する復号処理を人工画像符号データ2904、自然画像符号データ2913に対して行い、復号人工画像データ2908、復号自然画像データ2917として画像合成部2909へ送出する。画像合成部2909は復号人工画像データ2908と復号自然画像データ2917の合成を行う。

【0038】動作については説明を省略する。

【0039】以上の説明の中で人工画像符号化部2903で行われる符号化は、該公報の第1実施例において「ランレングス符号化方式等の可逆方式の機能を持つ」という記述がされている。また自然画像符号化部2912で行われる符号化は、やはり該公報の第1実施例において「J P E G等の画像圧縮方式」という記述がされている。なお該特許でいうJ P E Gとは本説明でいうJ P E G - D C T方式のことを指す。

【0040】

【発明が解決しようとする課題】以上で示されたように、第1の従来例は自然画像を対象として設計されており、入力画像を変換し、信号電力が大であり、かつ、視覚上重要な低周波領域の係数を細かく量子化することで高能率な符号化特性を得ている。しかしながら、第1の従来例はエッジの多い人工画像に対しては、モスキートノイズ等の符号化歪みが発生してしまう。また、同一画素値の連続する画像では、高い圧縮率の可逆符号化が可能であるのに対し、変換によって画素値が変化してしまうため、予測符号化並みの圧縮率を得ることができない。

【0041】また、第2の従来例は、同一の画素値が連続する人工画像の場合、予測誤差が0となり、高い圧縮率を得ることができるが、自然画像に対しては、上と左の画素のみを用いて予測を行っているため、予測効率を高くすることができない。また、周波数軸上の視覚特性

を利用して高効率な冗長度削減を行うことができない。

【0042】すなわち、第1の従来例、第2の従来例では、単独の符号化方式で、自然画像にも人工画像にも効率的な符号化を行うことができない。

【0043】第3の従来例においては自然画像と人工画像が全く異なる方式で並列に符号化復号されるため、一般には両処理の処理時間が一致しない。このため符号化時は全ての符号データが、復号時は全ての画像データが出揃うまで外部に出力することができなくなり、符号化装置には最低1画像分の符号バッファが、また復号装置にも最低1画像分の画像バッファが必要となる。これらは1系統の方式しか持たない画像符号化復号装置であれば不要な構成である。

【0044】また符号化装置、復号装置共に2系統以上持つので、装置規模の増大を招く。さらに全く異なる複数の符号で画像を表現するため、伝送や蓄積の際などに符号の取扱いが複雑になる。

【0045】本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、自然画像と人工画像の区別なく、効率的な圧縮が可能な単一の符号化装置を提供することを目的とする。

【0046】

【課題を解決するための手段】以下、本発明を説明する。さて従来のJPE G等の符号化方式が圧縮可能なのは、視覚特性に適応した周波数領域の量子化を行っているからである。本発明は、このような周波数に適応した歪み量の分配を、可逆の描画方向予測符号化に適用しようとするものである。すなわち本発明は一種の非分割型サブバンド符号化と把握することもできる。本発明は、以上の観点から、画素値が連続する性質を用いて符号化を行う予測符号化でありながら、周波数領域に応じた冗長度削減が可能な符号化装置を実現するものである。

【0047】つぎに本発明の概要を説明する。本発明は、予測符号化の一種であり、符号化は、既に符号化された参照画素が、符号化画素の上下左右にあるような順序で粗い画像（低周波数の画像）から細かい画像（高周波数の画像）へ順に行う。

【0048】そして、既に符号化された周囲の参照画素を用いた複数の予測器の中から、予測的中する予測器を選択して符号化する。予測器自体を符号化するのではなく、予測器的中確率を予測し、その的中確率の高い順に順位付けした時の順位を符号化する。的中する予測器がない場合は、予測誤差を符号化する。この時、予測誤差を許容して予測器を選択することによって非可逆符号化を行う。予測誤差を許容するか許容しないかの閾値は、画像の細かさによって変化する。

【0049】入力画像は、複数の画像の細かさの段階（周波数）に分けて符号化される。図18に各画像の段階の参照画素と、対応する周波数領域を示す。図18(a)は各段階の参照画素を示す。第1段階では、他の矩形領域の画素を参照する（図示しない）。第2段階で

は、図18(a)に示されるような画素を参照する。次の段階ではさらに細かい（近接した）画素を参照して符号化を行う。

【0050】図18(b)では、各段階の画像が対応する2次元周波数領域を示す。第4段階は最も高い周波数の領域であり、第1段階は最も周波数の低い領域に対応している。

【0051】そのため、本発明は、予測誤差を許容するか許容しないかの閾値、すなわち、歪み量の分配を画像の周波数に適応して行うことができ、この結果、一般に低域に電力が集中する自然画像に適した符号化を行うことができる。また、視覚特性に適応した符号化を行うことができる。

【0052】また、本発明は、入力画像の画素値を変換せずにそのまま予測して符号化を行う。そのため、第2の従来例の性質と同様に、同一の画素値が連続する人工画像の場合、予測誤差が0となり、高い圧縮率を得ることができる。第1の従来例よりも高い符号化効率を得ることができる。

【0053】また、本発明は、入力画像を分割領域に分割して、分割領域の画素を予測して符号化を行う。粗い画像から、細かい画像となるような順で分割領域内の画素の符号化を行う。これによって、上と左のみではなく、右と下の画素を予測に用いることができる。

【0054】また、従来のラスタスキャンでは近接する画素は高々4画素（左、左上、上、右上）であるが、最大近接8画素（左、左上、上、右上、右、左下、下、右下）を参照画素として用いることができる。

【0055】自然画像では、図19に示されるように、低域周波数の電力が大であり、これは、近接する参照画素が多いほど予測効率が高まることを意味している。上と左のみではなく、その他の、右と下の画素を予測に用いることによって、第2の従来例よりも効率の良い画素値予測が可能となる。

【0056】また、本発明は、予測器的中確率を予測し、その的中確率の高い順に順位付けした時の順位を符号化する。これにより、より発生確率の高い事象に対して短い符号語を割当てることができる。

【0057】また、本発明は、予測器が実際に的中しない場合でも、的中したとみなすことによって、非可逆符号化を実現する。さらに、予測誤差を量子化することによって、非可逆符号化を実現する。これによって、可逆符号化である第2の従来例よりも効率的な符号化が可能となる。

【0058】さらに、本発明は、可逆の場合は、予測の誤差を許容しないだけであるため、ハードウェアの変更に容易に可逆と非可逆の双方を実現できる。そのため、可逆符号化に適した人工画像と、非可逆符号化に適した自然画像を単一の符号化装置で効率的に符号化できる。

【0059】つぎに本発明の構成についてまとめて説明する。

【0060】まず、本発明によれば、上述の目的を達成するために、画像符号化装置に、入力画像の少なくとも一部を一時記憶する画像記憶手段と、上記画像記憶手段に記憶された画像の画素を、所定の規則に基づいて大きさおよび位置が決定される、上記画素を内包する分割領域に対応づけ、大きな分割領域に対応する画素から小さな分割領域に対応する画素へと順に符号化対象画素を選択し、選択された上記符号化対象画素と、上記符号化対象画素に対応する分割領域内あるいは上記分割領域に隣接する分割領域内のすでに符号化されている参照画素とを抽出する画素抽出手段と、上記参照画素の画素値を用いて、上記符号化対象画素の画素値を予測するか、または、上記符号化対象画素の画素値と、上記参照画素の画素値を用いて予測した画素値との間の予測誤差を算出する複数の予測手段と、上記複数の予測手段の選択可能性の順位を記憶する予測手段順位記憶手段と、前記複数の予測手段の中から、1の予測手段を選択する選択手段と、選択した予測手段の情報をもとに上記予測手段順位記憶手段に記憶されている予測手段の順位を変更する予測手段順位変更手段と、選択された予測手段順位あるいは、予測手段順位と予測誤差とを符号化する符号化手段とを設けるようにしている。

【0061】この構成においては、画像を大きな領域から小さな領域へと予測参照画素の範囲を変化させることにより、上下左右の種々の方位の隣接画素を参照画素として用いることが可能になり、より予測が正確となる。また、予測手段を選択することにより符号化するので、人工画像の符号化にも適している。さらに予測参照画素の範囲（矩形領域）の大小に応じて許容誤差を最適化することにより、歪み量の分配を画像の周波数分布に応じて選定でき、自然画像の圧縮も効率よく行うことができる。

【0062】ここで、入力画像の一部とは、最低、画像抽出手段で分割される分割領域と、画像抽出手段で抽出される参照画素を含む画素領域である。

【0063】また、この構成において、復号画像を算出する復号画像算出手段をさらに具備し、上記画像記憶手段は、上記復号画像をさらに記憶し、上記選択手段は、上記予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しくない場合であっても、対応する予測手段を選択し、上記復号画像算出手段は、復号される画素値を算出し、上記画像記憶手段に復号画像を記憶し、上記画素抽出手段は、上記参照画素として、上記画像記憶手段に記憶された復号画像の画素値を抽出するようにしてもよい。この場合、画像記憶手段は、復号画像算出手段によって算出された復号画像で、既に記憶された入力画像の画素値を書き換えるか、または、復号画像専用の領域に復号画像を記憶する。予測手段は、復号画像算出手段で算出され

た復号画像の画素値を用いて予測を行う。そして予測誤差を許容して予測手段を選択することで非可逆符号化を行う。

【0064】また、上記選択手段は、予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しい予測手段のうちで、最も予測手段順位の高い予測手段を選択し、全ての予測手段の予測結果が上記符号化対象画素の画素値と異なる場合には予測誤差を算出する予測手段を選択するようにしてもよい。

【0065】また、上記選択手段は、予測手段順位の高い順に、上記予測手段の予測値と、上記符号化対象画素の画素値とを比較し、その差分の絶対値が所定の値より小さい時にはその予測手段を選択し、全ての予測手段の差分の絶対値が所定の値より小さくない場合には予測誤差を算出する予測手段を選択するようにしてもよい。

【0066】また、上記選択手段は、所定の予測手段の予測値と、上記符号化対象画素の画素値とを比較し、その差分の絶対値が所定の値より小さい時にはその予測手段を選択し、それ以外の場合は、予測画素値と上記符号化対象画素の画素値とが等しい予測手段のうちで、最も予測手段順位の高い予測手段を選択し、全ての予測手段の予測結果が符号化を行う画素の画素値と異なる場合には予測誤差を算出する予測手段を選択するようにしてもよい。

【0067】また、画素誤差拡散手段をさらに具備し、上記画素誤差拡散手段は、入力参照画素と、復号参照画素との差分を重み付けして加算し、さらに上記符号化対象画素の画素値に加算し、その結果を符号化対象画素の画素値とするようにしてもよい。この場合、変化した符号化を行う画素の画素値を、もともとの入力画素値であったとして、他の手段は画素誤差拡散手段がない場合と同様の動作を行う。

【0068】また、予測誤差量子化手段をさらに具備し、上記予測誤差量子化手段は、所定の量子化係数によって、予測誤差を量子化するようにしてもよい。この場合、予測誤差量子化を行って圧縮率を高めることができる。

【0069】また、上記予測手段は、参照画素の画素値を予測値とするようにしてもよい。

【0070】また、上記予測手段は、複数の参照画素の画素値の線形和を予測値とするようにしてもよい。線形和は、複数の参照画素の画素値に画素値の相対位置に応じた係数を掛けてその和をとったものである。

【0071】また、上記画素抽出手段は、上記符号化対象画素の分割領域内の相対位置に応じて、参照画素の位置および数を変化させるようにしてもよい。この場合、分割領域は、入力画像を重なりなく覆うことのできる長方形のN×M画素の領域であり、その中の全ての画素を符号化を行う画素として画素抽出手段は抽出する。個々の符号化を行う画素を符号化するために参照する、参照

画素の位置と数は予め定めておく。そして参照画素は既に符号化された画素である。

【0072】また、上記予測手段順位変更手段は、予測誤差を算出する予測手段の予測手段順位を固定とするようにしてもよい。この場合、予測誤差を算出する予測手段が選択された時の符号が常に等しい。

【0073】また、上記予測手段順位変更手段は、予測誤差を算出する予測手段の予測手段順位を、他の予測手段と同様に变化させるようにしてもよい。この場合、予測誤差を算出する予測手段の選択可能性が大きな場合は小さな符号語、選択可能性が小さな場合は大きな符号語が割当てられる。

【0074】また、上記画像抽出手段は、上記画像記憶手段に記憶された画像を縦および横が2のN乗の画素数の矩形領域に分割し、第1の符号化画素を、該矩形領域の右下の画素として抽出し、第2の符号化画素を、該矩形領域を縦横均等に4分割した右下の画素として抽出し、さらに、矩形領域を縦横均等に4分割してできる矩形領域の右下の画素を矩形領域が1×1画素の大きさになるまで次々と抽出するようにしてもよい。画像抽出手段は、入力画像を重なりなく覆うことのできる長方形のN×M画素の領域として矩形領域を分割し、その矩形領域内の画素を全て抽出する。その矩形領域内の画素は全て抽出される。

【0075】また、上記予測手段順位記憶手段は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、別々の順位を記憶し、上記予測手段順位変更手段は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、変更する順位を変えるようにしてもよい。

【0076】また、上記予測手段順位変更手段は、直前に選択された予測手段を順位1位とし、その他の予測手段の順位は順次1つ下げるようにしてもよい。

【0077】また、上記予測手段順位変更手段は、事前に選択された予測手段の頻度を記憶しておき、その頻度に基づいて予測手段順位を決定するようにしてもよい。

【0078】また、上記予測手段は、参照画素値のうち同一画素値の複数の参照画素の位置関係から予測を行うようにしてもよい。つまり、参照画素のうち、同じ画素値となる画素の位置のパターンを検出して、予測画素値を決定する。

【0079】また、上記選択手段は、上記予測手段によって、上記予測手段を選択するか選択しないかの所定の値を変えるようにしてもよい。つまり、予測誤差を許容する符号化の場合、選択手段では、予測手段での予測結果と、符号化を行う画素の画素値を比較してその差分の絶対値が所定の値より大きい小さいかを判断するが、この所定の値を、可逆に適した予測手段では小さく（あるいはゼロに）、非可逆に適した予測手段では大きくする。予測手段によって、適切に閾値を変化させる。

【0080】また、上記所定の予測手段は、符号化を行

う画素と参照画素の位置関係によって、異なるようにしてもよい。この場合、各画素を符号化する際の予測手段は複数存在するが、画素抽出手段で抽出する符号化を行う画素の画素位置に応じて、予測手段が変化する。

【0081】また、上記所定の値は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、異なるようにしてもよい。つまり、予測誤差を許容する符号化の場合、選択手段では、予測手段での予測結果と、符号化を行う画素の画素値を比較してその差分の絶対値が所定の値より大きい小さいかを判断するが、この所定の値を、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、画素値を予測し易い（あるいはしにくい）場合には小さく、画素値を予測し易い（あるいはしにくい）場合には大きくする。符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって適切に閾値を変化させる。また、上記量子化係数は、符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって、異なるようにしてもよい。予測誤差に関して量子化を行う場合、その量子化係数すなわち、量子化ステップ幅を、符号化を行う画素と予測誤差を算出する参照画素の位置関係によって、画素値を予測し易い（あるいはしにくい）場合には小さく、画素値を予測し易い（あるいはしにくい）場合には大きくする。符号化を行う画素と参照画素の位置関係によって適切に量子化ステップ幅を変化させる。

【0082】また、上記画素抽出手段によって、分割される分割領域の最初に符号化を行う画素の符号化誤差を許容しないようにしてもよい。すなわち、分割領域内で最初に抽出される符号化を行う画素は、予測誤差を許容する予測手段の選択は行わない。また、量子化を行わない。

【0083】また、参照画素のパターン決定手段をさらに具備し、上記パターン決定手段は、参照画素の画素値によって参照画素パターンを決定し、上記予測手段順位記憶手段は、パターン毎に予測手段順位を記憶し、上記予測手段順位変更手段では、パターン毎に予測手段順位を変更するようにしてもよい。この場合、各パターン毎に独立に予測順位を決定する。一種のマルコフモデル符号化を行う。

【0084】また、上記パターン決定手段は、同一画素値となる参照画素の位置を調べるようにしてもよい。すなわち、参照画素が、お互いに同一画素であるかないかのみを検査し、パターンを決定する。

【0085】また、上記パターン決定手段は、参照画素の画素値を平面で近似できるかどうか調べるようにしてもよい。

【0086】また、上記符号化手段は、上記選択手段で選択を行った順に、1位となった予測手段順位のランレングスと、1位以外の予測手段順位と、予測誤差とを符号化するようにしてもよい。

【0087】また、上記符号化手段は、分割された分割領域の最後の画素まで、全て予測手段順位が1位の場合

は、ランレングス符号化の代わりにブロック終端符号を付加するようにしてもよい。

【0088】また、上記符号化手段は、上記選択手段で選択を行った順に、1位以外の予測手段順位と、予測誤差を符号化し、さらに、1位か、1位以外かの1ビットの予測的中情報を分割領域毎に符号化するようにしてもよい。

【0089】

【発明の実施の形態】以下、実施例に即して本発明を詳細に説明する。

【0090】〔実施例1〕実施例1は、入力画像を矩形領域毎に可逆で符号化する場合の例を示すものである。以下、図1を用いて説明する。図1において、101は入力画像、102は画像記憶部、103は画素抽出部、104は抽出された符号化画素、105は抽出された参照画素、106は第1の予測器、107は第2の予測器、108は第Nの予測器、109は予測誤差算出器、110は第1の予測結果、111は第2の予測結果、112は第Nの予測結果、113は予測誤差、114は予測器順位記憶部、115は選択部、116は符号化部、117は符号、118は予測器順位変更部である。

【0091】つぎに、実施例1の動作について説明する。図1において、入力画像101は一旦画像記憶部102で記憶される。この時、画素抽出部103で必要となる符号化画素と、参照画素を含んだ領域が、最低限の記憶領域である。画素抽出部103は画像記憶部102から、符号化を行う画素を抽出する。以下、符号化を行う画素を符号化画素とする。さらに、符号化画素の画素値を予測するために必要な参照画素を抽出する。画素抽出部の詳細な動作は後述する。

【0092】画素抽出部103で抽出された参照画素の画素値105は第1予測器106、第2予測器107、第N予測器108、予測誤差算出器109に送られる。また、画素抽出部103で抽出された符号化画素の画素値104は選択部115と、予測誤差算出器109に送られる。

【0093】第1予測器106～第N予測器108では、参照画素104を用いて符号化画素104を予測する。その予測結果110～112は選択部115に送られる。予測誤差算出器109では所定の予測器を用いて符号化画素の画素値を予測し、その予測結果と符号化画素の画素値の差分を計算し、予測誤差113として選択部に送られる。第1予測器106～第N予測器108と、予測誤差算出器109の詳細な予測方法については後述する。

【0094】予測器順位記憶部114では、予測器が選択される確率の順位を記憶している。選択部115は、予測器順位記憶部114で記憶されている順に、第1予測器106～第N予測器108の予測結果110～112と、符号化画素の画素値104の比較を行う。

【0095】選択部115は、予測器の順位の順に比較を行い、予測結果と符号化画素の画素値104が同じであれば、その予測器の順位を符号化部116で符号化する。また、全ての予測結果110～112と、符号化画素の画素値104が異なっている場合、選択部115は、予測誤差を符号化することを選択し、符号化部116は予測誤差を符号化する。符号化部の動作の詳細は後述する。

【0096】さらに、予測器順位変更部118は、選択部115で選択された予測器の順位を1位として予測器順位記憶部114の予測器順位を変更する。予測器順位変更部118は、同時に選択部115で選択されない全ての予測器の予測器順位を1下げる。ここで1下げるとは、M位の予測器が、(M+1)位の予測器になることである。また、ここでの予測器は予測誤差算出器も含む。予測誤差となる場合は、通常の予測器が選択された場合と統計的性質が大きく異なることが予測されるので、予測誤差の順位のみ固定しても良い。

【0097】つぎに、画素抽出部103の動作を詳細に説明する。図2は画素抽出部103を説明するものであり、図2に示されるように、画素抽出部103は入力画像を矩形領域(ブロック)に分割する。例えば、図2のように8×8画素のブロックに分割する。

【0098】さらに図3を用いて画素抽出部103の動作を説明する。画素抽出部103は図3に示されるように、第1段階として、ブロックの右下の画素を符号化画素として抽出する。第2段階として、ブロックを縦横均等に4分割し、その分割されたブロック(サブブロック)の右下の画素を抽出する。同様に第3段階として、さらにサブブロックを4分割し、右下の画素を抽出する。8×8のブロックでは、第4段階まで行くと、全ての画素を抽出できる。

【0099】一つのサブブロック内の次に符号化を行う段階の符号化画素はこの例では3つある。以下の説明のために3つの画素の位置によって、画素の相対位置の位相番号を図3のように付けておく。また、第1段階の画素(右下の画素)のみは、他の段階の画素とは性質が異なるため、右下の画素を第1段階の画素として、以下、別に取り扱う。同一段階にある(同じ大きさの)サブブロックは、ラスタスキャン順に、左上から右に符号化し、一番右を符号化し終わったら、一段下のサブブロックを符号化する。参照画素は、既に符号化された画素である。ここで、位相1、2、3の順に符号化を行うとすると、図4に示されるように、最も隣接した既に符号化された画素を参照画素として抽出する。

【0100】次に予測器(106～108)について説明する。図5に示されるように、位相1の場合の参照画素は、例えば、D、I、Gとすることができる。予測器として、次の方法を用いる。

①Dの画素値をそのまま予測結果とする。

② I の画素値をそのまま予測結果とする。
 ③ G の画素値をそのまま予測結果とする。
 ④ $(D+I)/2$ の計算結果を予測結果とする。
 【0101】同様に、位相2の場合の参照画素は、例えば、H、I、Cとすることができる。予測器として、次の方法を用いる。
 ① H の画素値をそのまま予測結果とする。
 ② I の画素値をそのまま予測結果とする。
 ③ C の画素値をそのまま予測結果とする。
 ④ $(H+I)/2$ の計算結果を予測結果とする。
 【0102】同様に、位相3の場合の参照画素は、例えば、C、G、J、Kとすることができる。予測器として、次の方法を用いる。
 ① C の画素値をそのまま予測結果とする。
 ② G の画素値をそのまま予測結果とする。
 ③ J の画素値をそのまま予測結果とする。
 ④ K の画素値をそのまま予測結果とする。
 ⑤ $(C+G+J+K)/4$ の計算結果を予測結果とする。
 【0103】第1段階の場合は、D、Hを参照画素とすることができる。予測器として次の方法を用いる。
 ① D の画素値をそのまま予測結果とする。
 ② H の画素値をそのまま予測結果とする。
 ③ $(D+H)/2$ の計算結果を予測結果とする。
 【0104】参照画素や予測器は以上に限ったものではなく、既に符号化された画素であれば何でも使用できる。また、予測器の数の制限もない。また、以上のように、画素の位相に応じて参照画素の位置および数は変化する。
 【0105】予測誤差算出器109は例えば、以下の計算を行う回路を用いる。
 ① 位相1の場合、 $(D+I)/2$
 ② 位相2の場合、 $(H+I)/2$
 ③ 位相3の場合、 $(C+G+J+K)/4$
 ④ 第1段階の場合、 $(D+H)/2$
 当然ながら、予測誤差算出器109は他の参照画素を用いる回路としても良い。例えば、位相1の場合、
 ⑤ $(B+H)/2$
 等を用いても良い。
 【0106】次に符号化部116の動作を詳細に説明する。符号化部116へは、選択部115で選択された予測器順位と予測誤差がある場合は予測誤差が送られる。1ブロック内の符号情報は、図6(b)に示されるように、1ブロック分の1位以外の順位符号と、1ブロック分の予測誤差符号と、1位か1位以外かを示す的中情報の3つに分けることができる。例えば、図6(b)では的中した場合の的中情報を1、的中していない場合を0としている。符号化部116はこれら3つの情報を符号化し、1ブロックの符号とする。
 【0107】例えば、予測器がM個ある場合、順位符号

は2位からM位までの順位に対してその生起確率に応じたハフマン符号を図7のように割当てることができる。各順位に対しハフマン符号化を行う。また、同様に予測誤差に対してもその生起確率に応じた符号を割当てて符号化する。

【0108】的中情報は、1ビットの情報であるため、従来の2値用の符号化方法を利用することができる。例えば、MH、MR、MMR、QM符号化等である。あるいは、的中情報を数ビット（例えば8ビット）づつまとめてハフマン符号化しても良い。

【0109】【実施例2】つぎに本発明の実施例2について説明する。この実施例2は、さらに符号化効率を高めるため、画素位相、符号化の段階毎に異なる予測器順位を用いるものである。全体の構成は実施例1と同様であるので図1を適宜参照されたい。

【0110】図8に示されるように、予測器順位記憶部114は、第1段階の符号化画素と、第2段階（画素位相1）、第2段階（画素位相1）、...、第4段階（画素位相3）まで、全ての段階と、画素位相に対して、異なる予測器順位を記憶する。

【0111】予測器順位変更部118も、符号化画素の段階と位相に応じて順位を変更する。

【0112】符号化画素と参照画素の位置が近い場合には予測が的中しやすく、遠い場合には予測が的中しにくい。すなわち、符号化画素の段階と位相によって、各順位の予測器の的中確率も異なると考えられる。異なる的中確率の事象に対してはそれに最適な異なる符号を割当てることによりさらに効率的な符号化が可能となる。

【0113】この実施例2によれば、さらに効率的な符号化が可能となる。

【0114】【実施例3】つぎに本発明の実施例3について説明する。この実施例3は、画素抽出部103の抽出順序に工夫を加えたものである。以下、図9を参照して説明する。図9の(a)に示されるように、サブブロックの位相を定める。外枠がサブブロックに分割前のブロックあるいはサブブロックであり、それを4等分した時のサブブロックは図9の(a)のように番号をふる。そして以下の順で画素抽出部103では画素を抽出する。

【0115】まず第1に、第1段階の画素すなわち、ブロックの右下の画素を抽出する。次に第2段階の画素を抽出する。次に、ブロックをサブブロックに分割し、サブブロック位相が0、1、2、3の順で抽出する。サブブロック内全ての画素を抽出してから、次のサブブロック位相の画素を抽出する。常にサブブロック位相は0、1、2、3の順で抽出する。画素位相は1、2、3の順で抽出する。

【0116】結果として、8×8画素のブロックの場合、図9の(b)に示される順序で抽出が行われる。

【0117】この形態の場合、上と左のサブブロックの

21

画素は常に全て符号化済であるため、第1の形態の場合は、図9の(c1)に示されるような歯抜けの参照画素しかとれなかったが、図9の(c2)に示されるように、密集した参照画素とすることができる。結果として、参照画素が増えるため、予測的中率が向上し、符号化効率が良くなる。

【0118】[実施例4] つぎに、本発明の実施例4について説明する。この実施例4は、予測器順位変更部118の動作の一例を示すものである。

【0119】実施例1においては、直前に選択された予測器を1位としたが、本実施例では、過去の選択された予測器の頻度をとっておき、その頻度情報を基に予測器順位を決定する。例えば、1ブロック内で、各予測器の的中回数を計測しておく。的中回数の多い順に次のブロックの予測順位を定める。これは1ブロック毎ではなくて、所定の符号化画素数毎でも、もちろん良い。

【0120】[実施例5] つぎに本発明の実施例5について説明する。この実施例5は、画像の描画方向や、同一画素の塊がある場合に予測効率を高めることのできる予測器を提供するものである。

【0121】本実施例においては、次の予測器を第1の予測器にさらに追加する。画素位相1で、図10のように画素に名前をつける。予測結果をXとする。

【0122】図10において、 $B=G=H$ かつ $D=I$ であれば、この画像は縦線で構成されていると予測できるため、 $X=I$ と予測する。すなわち

① $B=G=H$ かつ $D=I$ かつ $D=I \rightarrow X=I$
同様に、

② $C=G$ かつ $D=H$ かつ $F=I \rightarrow X=E$

③ $A=G$ かつ $B=I \rightarrow X=C$

④ $D=G=I \rightarrow X=I$

⑤ $G=H=I \rightarrow X=I$

⑥ $C=D=G \rightarrow X=D$

⑦ $C=D=I \rightarrow X=I$

と予測する。

【0123】同様に、画素位相2の場合は、図11より

① $B=G=H$ かつ $D=J=I \rightarrow X=C$

② $B=C=D$ かつ $G=J$ かつ $H=I \rightarrow X=I$

③ $C=G$ かつ $D=H$ かつ $E=J \rightarrow X=J$

④ $A=G$ かつ $B=I$ かつ $C=J \rightarrow X=G$

⑤ $H=I=J \rightarrow X=H$

⑥ $G=H=I \rightarrow X=G$

⑦ $C=H=I \rightarrow X=C$

同様に画素位相3の場合は、図12より

① $B=G=H$ かつ $D=J=I$ かつ $C=K \rightarrow X=C$

② $B=C=D$ かつ $G=J$ かつ $H=K=I \rightarrow X=J$

③ $C=G$ かつ $D=H$ かつ $K=J \rightarrow X=D$

④ $K=G$ かつ $B=I$ かつ $C=J \rightarrow X=B$

⑤ $K=I=J \rightarrow X=K$

⑥ $G=H=K \rightarrow X=K$

22

⑦ $B=C=G \rightarrow X=B$

⑧ $C=D=J \rightarrow X=C$

と予測する。

【0124】[実施例6] 実施例6は、符号化部116の構成とした他の構成を用いたものである。実施例1の符号化部116は、順位情報と、的中情報を別に符号化したしたが、本形態ではランレングスを用いて同時に符号化する。

【0125】図6の(a)を用いて説明を行う。図6の(a)において、選択部115からは、予測順位と、予測誤差が符号化の順に送られて来る。符号化部116は予測誤差の場合は予測誤差を予測誤差用のハフマンテーブルを用いて符号化し、バッファに蓄積する。

【0126】予測順位の符号化は、次のように行う。

①1位以外の場合、順位符号用のハフマンテーブルを用いて符号化し、バッファに蓄積する。

②1位の場合、ラン識別符号を付加し、1位の順位が連続した数(ラン長)を符号化する。

ブロックの最後までランが続く場合は、ラン長を符号化せず、ブロックの最後を示すEOB符号を付加する。

【0127】以上により、図6(a)に示されるような、1ブロック分の符号が作成される。

【0128】[実施例7] 本発明の実施例7は、参照画素を用いてマルコフモデルによる予測器順位の順位付けを行い、符号化効率を高めるものである。以下図13を用いて説明する。図13において、同じ番号は図1と同じ構成を示している。図13において、1401はパターン決定部、1402は決定パターン番号である。パターン決定部1401は、参照画素の状態をパターン番号1402として予測器順位変更部118と、予測器順位記憶部114に送る。予測器順位記憶部114では、図14に示されるようにパターン毎に異なる順位を持っており、選択部115はここから得られた順位を符号化部116に送る。予測器順位変更部は、送られたパターン番号1402に対応する順位の変更を行う。

【0129】パターン番号は、以下のよう同一画素位置で決定する。ここで図5の参照画素の符号を参照する。

【0130】画素位相1の場合、以下を上から順に調べて当てはまった所でパターン番号を決定する。

① $C=G$ かつ $D=H$ かつ $F=I \rightarrow$ パターン1

② $B=G=H$ かつ $D=I \rightarrow$ パターン2

③ $A=G$ かつ $B=I \rightarrow$ パターン3

④ $D=G=I \rightarrow$ パターン4

⑤ $G=H=I \rightarrow$ パターン5

⑥ $C=D=G \rightarrow$ パターン6

⑦ $C=D=I \rightarrow$ パターン7

⑧その他 \rightarrow パターン8

と決定する。

【0131】同様に、画素位相2の場合は、

- ① $B=G=H$ かつ $D=J=I$ → パターン1
 ② $B=C=D$ かつ $G=J$ かつ $H=I$ → パターン2
 ③ $C=G$ かつ $D=H$ かつ $E=J$ → パターン3
 ④ $A=G$ かつ $B=I$ かつ $C=J$ → パターン4
 ⑤ $H=I=J$ → パターン5
 ⑥ $G=H=I$ → パターン6
 ⑦ $C=H=I$ → パターン7
 ⑧ その他 → パターン8

同様に画素位相3の場合は、

- ① $B=G=H$ かつ $D=J=I$ かつ $C=K$ → パター 10
 ン1
 ② $B=C=D$ かつ $G=J$ かつ $H=k=I$ → パター
 ン2
 ③ $C=G$ かつ $D=H$ かつ $K=J$ → パターン3
 ④ $K=G$ かつ $B=I$ かつ $C=J$ → パターン4
 ⑤ $K=I=J$ → パターン5
 ⑥ $G=H=K$ → パターン6
 ⑦ $B=C=G$ → パターン7
 ⑧ $C=D=J$ → パターン8
 ⑨ その他 → パターン9

同様に第1段階の時、

- ① $B=D$ → パターン1
 ② $B=H$ → パターン2
 ③ その他 → パターン3

以上のようにして符号化が行われる。

【0132】〔実施例8〕つぎに本発明の実施例8について説明する。実施例8は、先の実施例7の形態に加えて、次の方法によりパターンを決定する。

【0133】図5の画素位置の符号を用いる。サブブロックの濃度の傾きを平面で近似して、その平面の傾きの方向でパターン分類する。ここで絶対値を表す関数を a b s () とする。また閾値 T を定めておく。

- ① $a b s (B-H) \leq T$ かつ $a b s (D-I) \leq T$ のとき $U=1$
 ② $B-H < -T$ かつ $D-I < T$ のとき $U=2$
 ③ $B-H > T$ かつ $D-I > T$ のとき $U=3$
 ④ その他の時 $U=0$

同様に、

- ① $a b s (B-D) \leq T$ かつ $a b s (H-I) \leq T$ のとき $V=1$
 ② $B-D < -T$ かつ $H-I < T$ のとき $V=2$
 ③ $B-D > T$ かつ $H-I > T$ のとき $V=3$
 ④ その他の時 $V=0$

U と V の積を作って、0から9までの10種類のパターンを決定できる。あるいは、 U と V の組合せで16種類のパターンを決定できる。

【0134】〔実施例9〕つぎに本発明の実施例9について説明する。この実施例9は、各予測結果と、符号化画素の画素値が異なる場合でも、予測が的中したと見なし

るものである。

【0135】図15を用いて説明を行う。図15と図1の同一の符号は同一の構成要素を表している。図15の構成は、図1に加えて、復号画像算出部1502を設けている。

【0136】次に動作を説明する。実施例1と異なる部分のみを説明する。予測誤差算出器109では、予測誤差を算出し、算出された予測誤差を各符号化の段階と画素位相に応じて指定された量子化ステップで割って、その商を量子化誤差113として選択部115に送る。

【0137】選択部115は、予測器の順位の順に比較を行い、予測結果と符号化画素の画素値104との差分の絶対値が所定の閾値に等しいか、小さければ、その予測器の順位を符号化部116で符号化する。また、全ての予測結果110～112と、符号化画素の画素値104が異なっている場合、選択部115は、予測誤差を符号化することを選択し、符号化部116は予測誤差を符号化する。

【0138】復号画像算出部1502は、選択された予測器が誤差を持つ予測器である場合および、量子化された予測誤差が選択された場合、復号画像を算出して、画像記憶部102に送る。

【0139】画像記憶部102は、復号画像算出部1502によって算出された復号画像で、既に記憶されている入力画像の画素値を書き換えるか、または、復号画像専用の領域に復号画像を記憶する。

【0140】予測器106～109は、復号画像算出部1502で算出された復号画像の画素値を用いて予測を行う。所定の閾値は、各符号化の段階と画素位相で異なっている場合もある。

【0141】復号時は、量子化ステップのみを知っていれば良いので、量子化ステップは予め、符号化側と復号側で決めておくか、符号のヘッダとして加える。

【0142】また、本実施例においては、量子化ステップを1とすること、また、選択部115における閾値を0とすることにより、符号化ハードウェアを変更することなく容易に可逆符号化を実現できる。

【0143】〔実施例10〕つぎに本発明の実施例10について説明する。実施例10は実施例9の形態において、さらに、例えば、第1段階の画素の場合には誤差を許容しないことによって、誤差の伝搬を押さえて良好な画質を得ることができるようにしたものである。

【0144】〔実施例11〕つぎに本発明の実施例11について説明する。実施例9においては、選択部115は、予測器の順位の順に比較を行ったが、実施例11においては、最初に比較を行う予測器を定めておく。例えば、非可逆に都合の良い予測器で最初に比較をすることによって、その予測器の的中確率が高くなり、符号化効率を高めることができる。

【0145】以下、図5の符号を用いる。例えば、画素

位相1では、 $(D+I)/2$ を最初の予測器として用いる。画素位相2では、 $(H+I)/2$ を最初の予測器として用いる。画素位相3では、 $(C+G+J+K)/4$ を最初の予測器として用いる。

【0146】第1段階では、 $(D+H)/2$ を最初の予測器として用いる。

【0147】【実施例12】つぎに本発明の実施例12について説明する。実施例12においては、予測器によって、予測器を選択するかどうかの閾値を変える。可逆に適した予測器、すなわち、画素値をそのまま用いる予測器の場合には、誤差を許容しない符号化を行う。また、非可逆に適した予測器、すなわち、参照画素の線形和で予測する予測器の場合には、誤差を許容する符号化を行う。

【0148】例えば、画素位相1の場合には、

①Dの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

②Iの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

③Gの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

④ $(D+I)/2$ の計算結果を予測結果とする予測器：閾値>0

同様に、位相2の場合は、

①Hの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

②Iの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

③Cの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

④ $(H+I)/2$ の計算結果を予測結果とする予測器：閾値>0

同様に、位相3の場合は、

①Cの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

②Gの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

③Jの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

④Kの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

⑤ $(C+G+J+K)/4$ の計算結果を予測結果とする予測器：閾値>0

第1段階の場合は、

①Dの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

②Hの画素値をそのまま予測結果とする予測器：閾値＝0

③ $(D+H)/2$ の計算結果を予測結果とする予測器：閾値>0

とする。

【0149】【実施例13】つぎに本発明の実施例13について説明する。以上の非可逆を実現する実施例9～12の場合、非可逆化によって、通常の量子化等で見られるような疑似輪郭が発生する場合がある。この実施例13は疑似輪郭の発生を防ぎ、かつ視覚的に良好な画質を得るために、周囲の参照画素の誤差を符号化画素に加えて全体の誤差量を少なくするものである。

【0150】図16を用いて説明を行う。図16と図15の同一の符号は同一の構成要素を表している。図16においては、図15の構成に加えて、画素誤差拡散部1501が設けられている。

【0151】次に動作を説明する。実施例9と異なる部分のみを説明する。図16において、選択部115および予測誤差算出器109において誤差が発生する。画素誤差拡散部1501では、参照画素の誤差の線形和を計算し、それを符号化画素に加算することによって、全体の符号化誤差を小さくするように、符号化画素の画素値を補正する。以降、補正した符号化画素の画素値を入力画素値と見なして符号化を行う。

【0152】図5の画素名を用いる。また、符号化画素の画素値をX、補正後の画素値をX'とする。参照画素は、入力画像の画素値をA、符号化後の復号画像の画素値をA'とする。(B～Kも同様)

画素位相1の場合、

$$X' = X + (D - D') / 2 + (I - I') / 2$$

とする。

【0153】同様に画素位相2の場合、

$$X' = X + (H - H') / 2 + (I - I') / 2$$

とする。

【0154】同様に画素位相3の場合、

$$X' = X + (C - C') / 4 + (G - G') / 4 + (K - K') / 4 + (J - J') / 4$$

とする。

【0155】同様に段階1の場合、

$$X' = X + (D - D') / 2 + (H - H') / 2$$

とする。

【0156】以上で本発明の実施例の構成および動作の説明を終了する。

【0157】以上の発明の実施例により実験を行った結果を図17に示す。図17で画像1は、背景が一定の濃度で、写真が張り付けられている画像、画像2は、コンピュータで描画した画像である。図17(c)は可逆の符号化結果を示す。本発明はJ P E G - S p a c i a l方式よりも良好な性能を示している。また、図17

(a) (b)は、非可逆の符号化結果を示す。横軸は1ピクセル当たりのビット量を示す。また縦軸は画質を表す。画像1の場合(a)画像2の場合(b)共に本発明はJ P E G - D C Tよりも非常に良好な性質を示す。

【0158】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、予測の方向として、上と左に、さらに下と右を加えることにより予測効率を向上させることができ、写真画像、コンピュータ生成画像に対しても同様に良好な符号化効率を得ることができる。また、単一の手法で、可逆／非可逆双方に用いることができるため、2つの符号化方式を組み合わせる場合に比較してページメモリを除去できる、符号化装置を簡単化できる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の画素抽出部103を説明する図である。

【図3】 図1の画素抽出部103を説明する図である。

【図4】 図1の画素抽出部103を説明する図である。

【図5】 図1の予測器106～108を説明する図である。

【図6】 図1の符号化部117を説明する図である。

【図7】 図1の符号化部117を説明する図である。

【図8】 図1の予測器順位記憶部114を説明する図である。

【図9】 画素抽出部103の他の構成を説明する図である。

【図10】 予測器の他の構成を説明する図である。

【図11】 予測器の他の構成を説明する図である。

【図12】 予測器の他の構成を説明する図である。

【図13】 符号化装置の他の構成を示すブロック図である。

【図14】 予測器順位記憶部114の他の構成を説明する図である。

【図15】 符号化装置の他の構成を示すブロック図である。

【図16】 符号化装置の他の構成を示すブロック図である。

【図17】 本発明の実施例の符号化実験結果を示す図である。

【図18】 本発明における、符号化の各段階の参照画素と周波数領域を説明する図である。

【図19】 画像の特性を示す実験例の説明図である。

【図20】 第1の従来例を示す構成図である。

【図21】 第1の従来例における符号化復号処理の動作の一例を示すフローチャートである。

【図22】 第1の従来例で使用する量子化テーブル例の説明図である。

【図23】 第2の従来例を示す構成図である。

【図24】 第2の従来例における符号化復号処理の動作の一例を示すフローチャートである。

【図25】 第2の従来例で使用する予測器の説明図で

ある。

【図26】 モスキートノイズの説明図である。

【図27】 第1の従来例による実験例の説明図である。

【図28】 第2の従来例による実験例の説明図である。

【図29】 第3の従来例を示す構成図である。

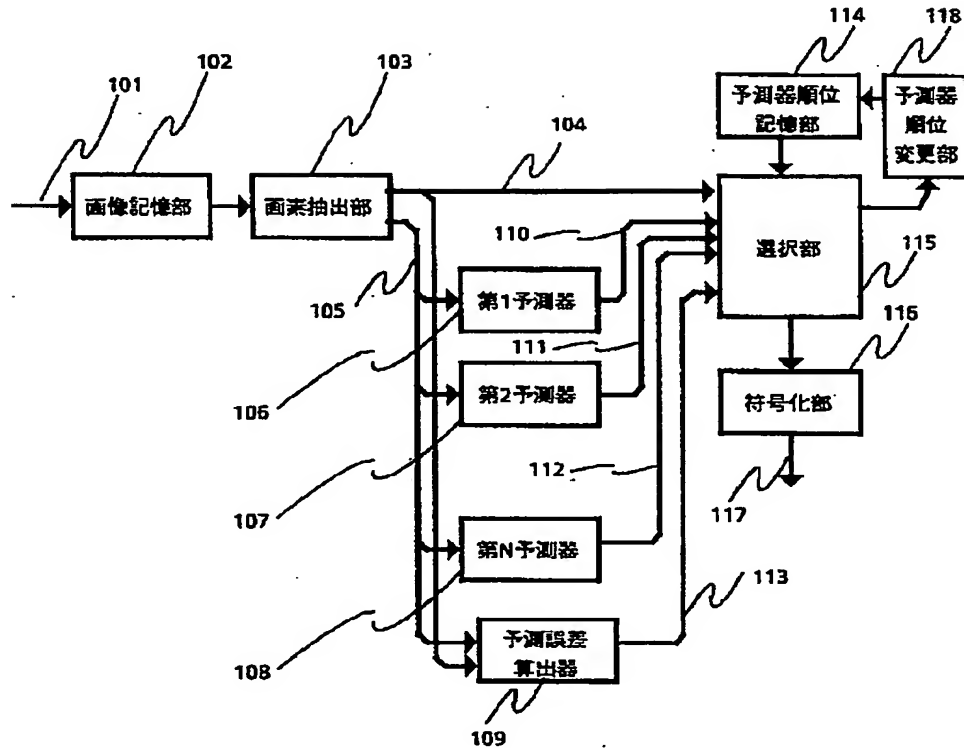
【符号の説明】

101	入力画像
102	画像記憶部
103	画素抽出部
104	抽出された符号化画素
105	抽出された参照画素
106	第1の予測器
107	第2の予測器
108	第Nの予測器
109	予測誤差算出器
110	第1の予測結果
111	第2の予測結果
112	第Nの予測結果
113	予測誤差
114	予測器順位記憶部
115	選択部
116	符号化部
117	符号
118	予測器順位変更部
1401	パターン決定部
1402	決定パターン番号
1501	画素誤差拡散部
1502	復号画像算出部
2001	画像入力部
2002	入力画像データ
2003	DCT部
2004	係数データ
2005	係数量子化部
2006	量子化係数データ
2007	係数出力部
2008	係数入力部
2009	量子化係数データ
2010	係数逆量子化部
2011	逆量子化係数データ
2012	逆DCT部
2013	復号画像データ
2014	復号画像出力部
2303	予測部
2304	予測誤差データ
2305	予測誤差出力部
2306	予測誤差入力部
2901	人工画像入力部
2902	入力人工画像データ

29
 2903 人工画像符号化部
 2904 人工画像符号データ
 2905 人工画像記憶部
 2907 人工画像復号部
 2908 復号人工画像データ
 2909 画像合成部
 2910 自然画像入力部

30
 2911 入力自然画像データ
 2912 自然画像符号化部
 2913 自然画像符号データ
 2914 自然画像記憶部
 2916 自然画像復号部
 2917 復号自然画像データ

【図1】

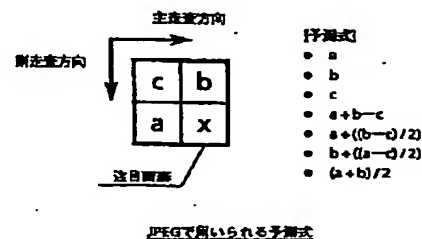


【図14】

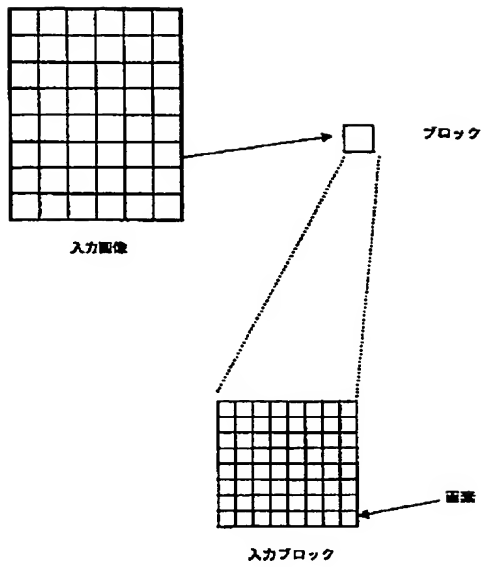
第1パターン		第2パターン	
予測器番号	順位	予測器番号	順位
1	2	1	3
2	1	2	2
3	3	3	1
...

第3パターン	
予測器番号	順位
1	1
2	2
3	3
...	...

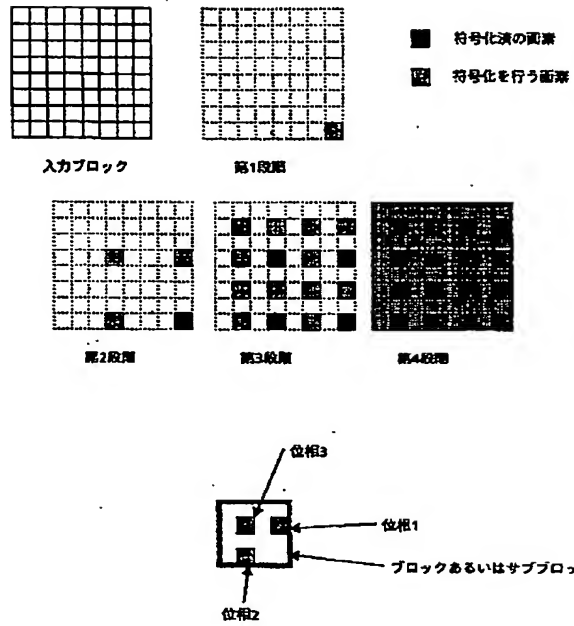
【図25】



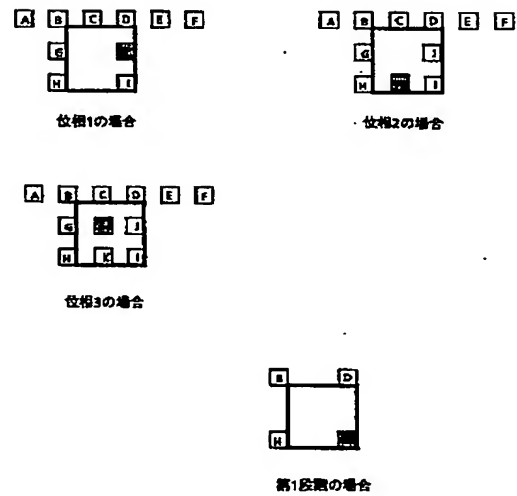
【図2】



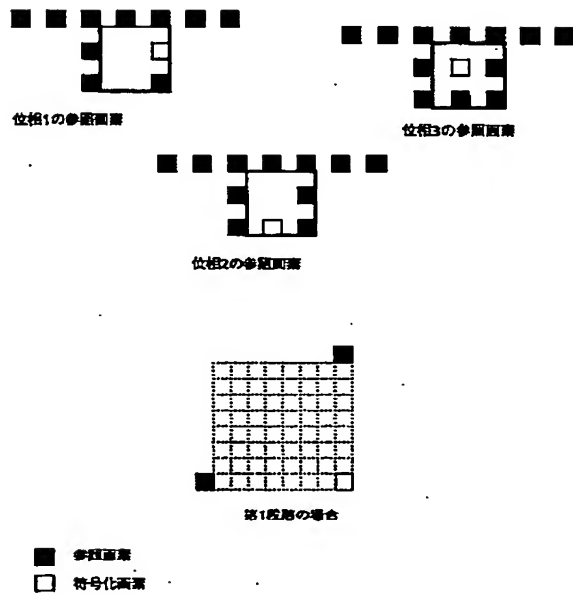
【図3】



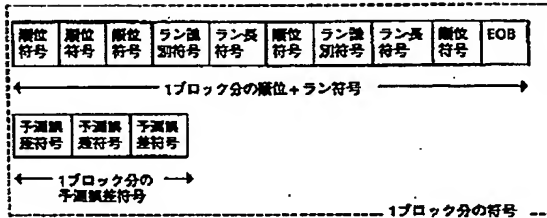
【図5】



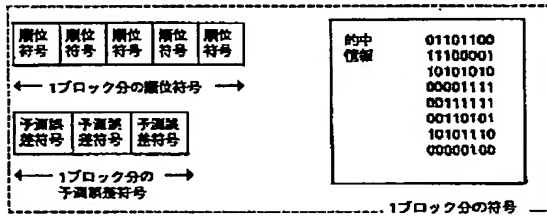
【図4】



【図6】



a)



b)

【図8】

第1段階	
予測器番号	順位
1	2
2	1
3	3
...	...

第2段階(画素位相1)		第2段階(画素位相2)		第2段階(画素位相3)	
予測器番号	順位	予測器番号	順位	予測器番号	順位
1	2	1	1	1	3
2	1	2	2	2	2
3	3	3	3	3	1
...

第3段階(画素位相1)		第3段階(画素位相2)		第3段階(画素位相3)	
予測器番号	順位	予測器番号	順位	予測器番号	順位
1	2	1	1	1	2
2	3	2	2	2	1
3	1	3	3	3	3
...

【図7】

順位	符号
2	01
3	001
4	0001
...	...

【図9】

0	1
2	3

a) サブブロック位相

10	8	13	11	25	23	28	25
9	7	12	5	24	22	27	20
16	14	19	17	31	29	34	32
15	6	18	4	30	21	33	2
40	38	43	41	55	53	58	56
39	37	42	35	54	52	57	50
46	44	49	47	61	59	64	62
45	36	48	3	60	51	63	1

b) 画素抽出順

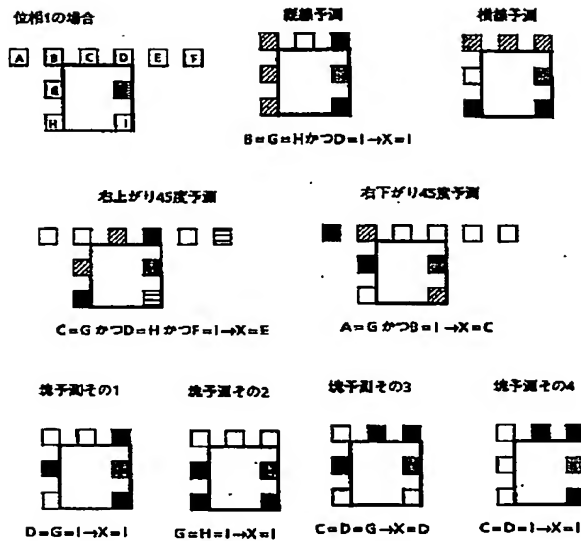


c1) 参照画素例

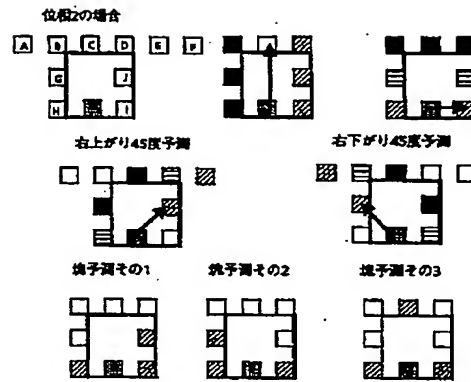


c2) 参照画素例

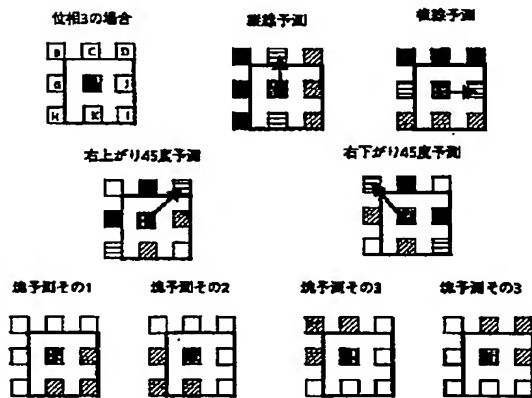
【図10】



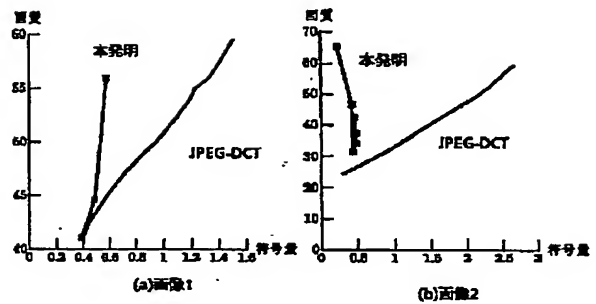
【図11】



【図12】



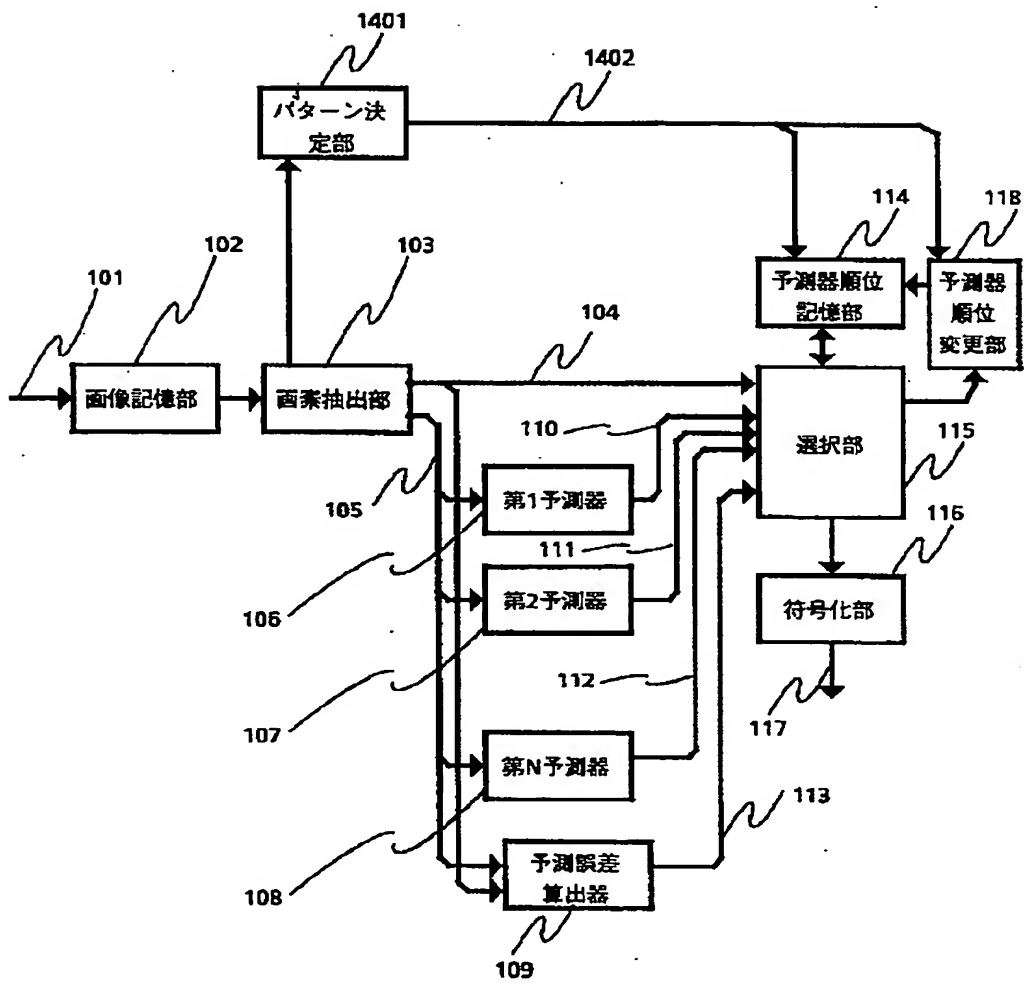
【図17】



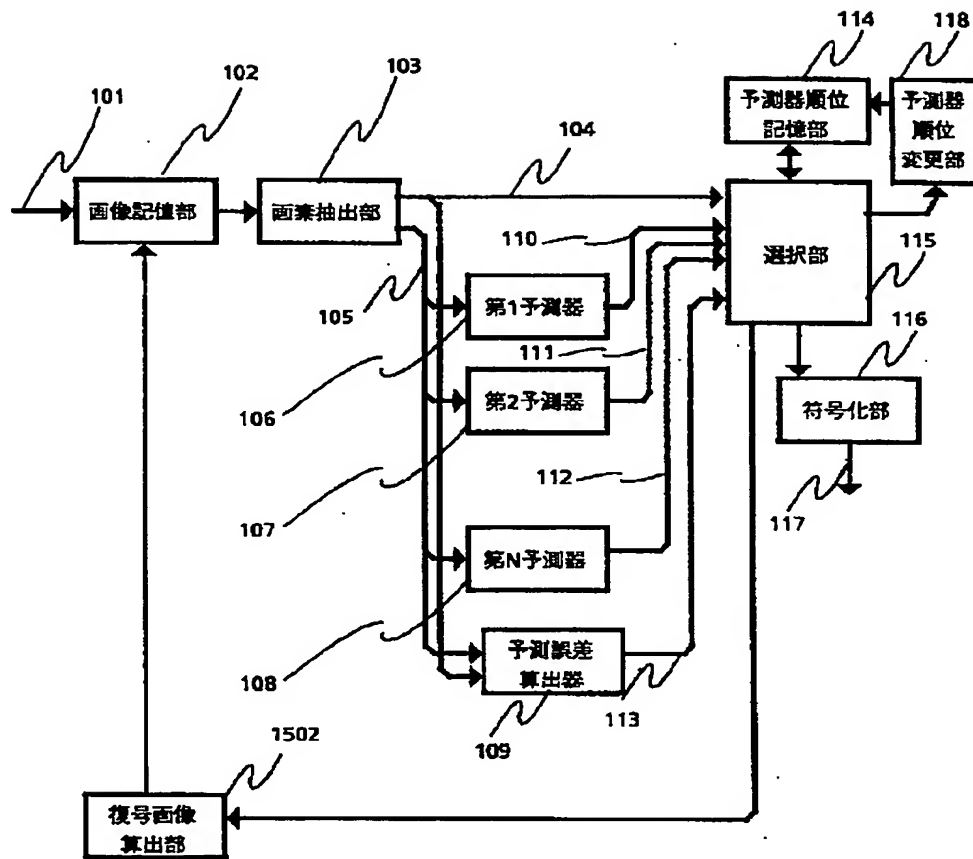
画像	JPEG-Special	本発明
1	0.835	0.221
2	0.695	0.142

(c)可逆結果(bit/plxel)

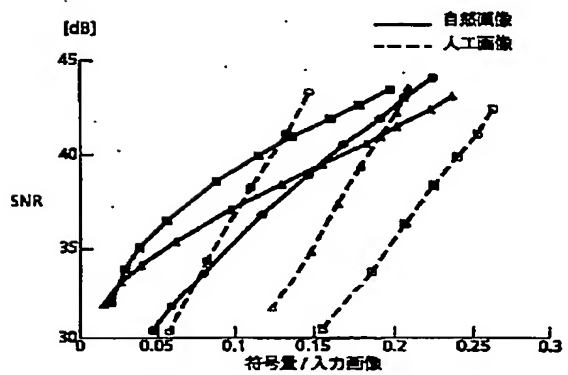
【図13】



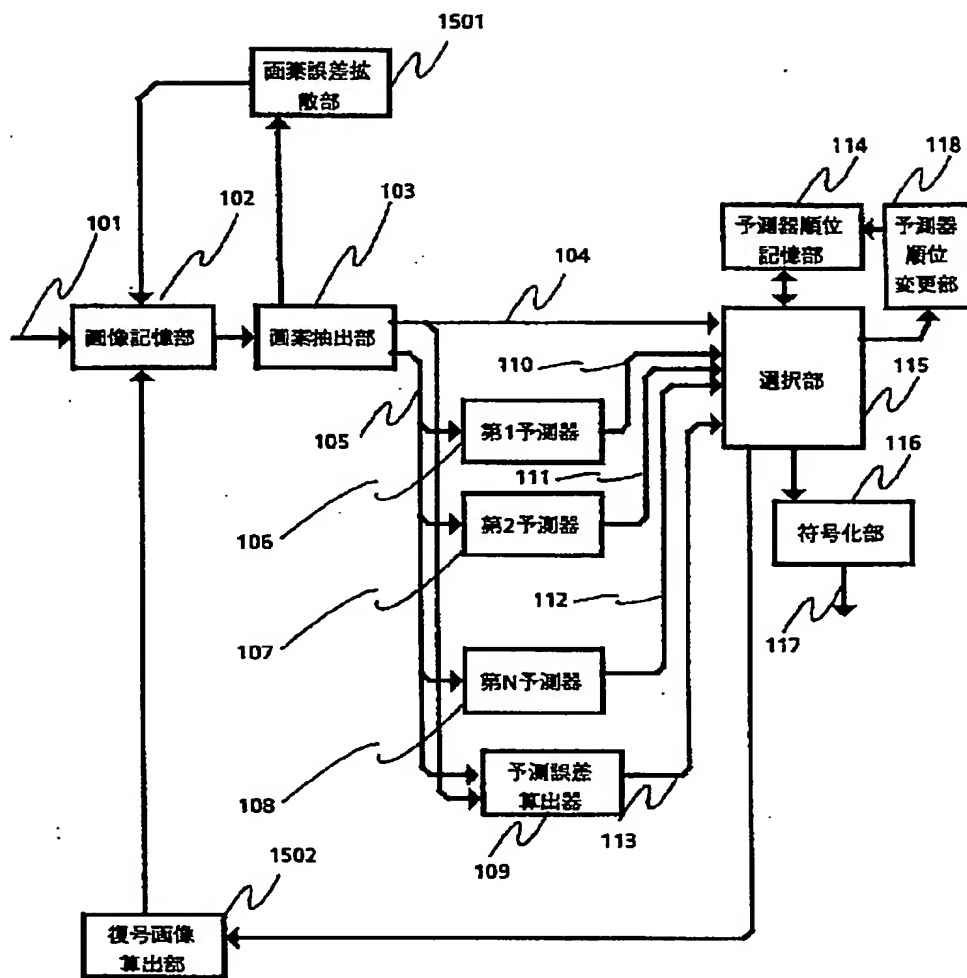
【図15】



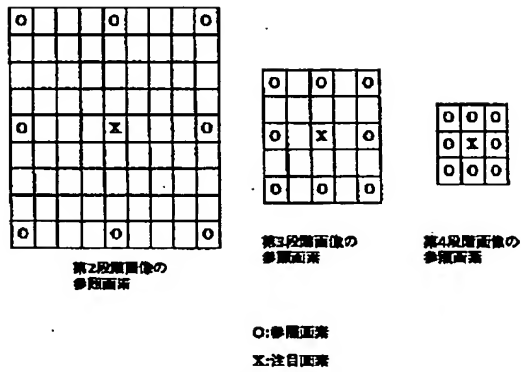
【図27】



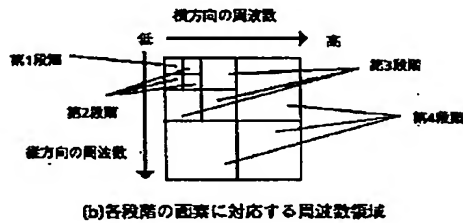
【図16】



【図18】

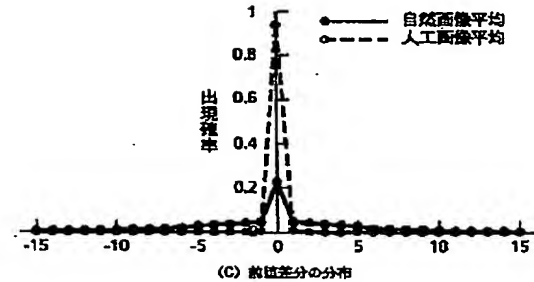
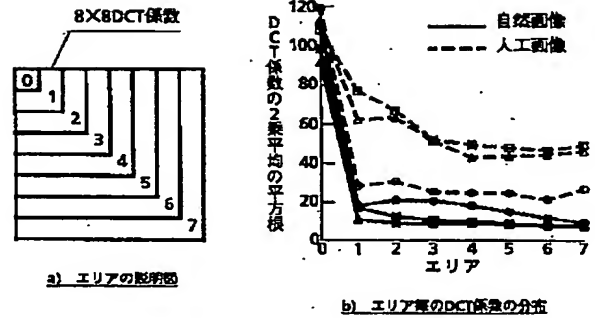


(a) 各段階の参照画像



(b) 各段階の画像に対応する周波数領域

【図19】



【図22】

15 11 10 16 24 40 51 61	17 18 24 47 99 99 99 99
12 12 14 19 26 58 60 55	18 21 26 66 99 99 99 99
14 13 16 24 40 57 69 56	24 26 56 99 99 99 99 99
14 17 22 29 51 87 80 62	47 66 99 99 99 99 99 99
18 22 37 56 68 109 103 77	99 99 99 99 99 99 99 99
24 35 55 64 81 104 113 82	99 99 99 99 99 99 99 99
49 64 78 87 103 121 120 101	99 99 99 99 99 99 99 99
72 92 95 98 112 100 103 99	99 99 99 99 99 99 99 99

a) 輝度成分用

b) 色度成分用

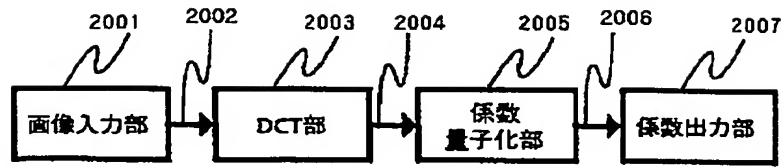
【図26】

255 255 255 255 0 0 255 255	255 251 255 241 0 25 229 255
255 255 255 255 255 0 255 255	255 232 255 255 255 0 255 237
255 255 255 255 0 255 255 255	229 255 253 244 0 255 228 235
255 255 255 0 0 255 255 255	255 227 255 13 0 254 255 255
255 255 255 0 255 255 255 255	255 231 212 41 255 255 247 246
255 255 0 0 255 255 255 255	254 255 10 0 242 246 234 255
255 255 0 255 255 255 255 255	228 255 0 252 255 255 254 255
255 0 255 255 255 255 255 255	255 0 255 255 211 255 234 250

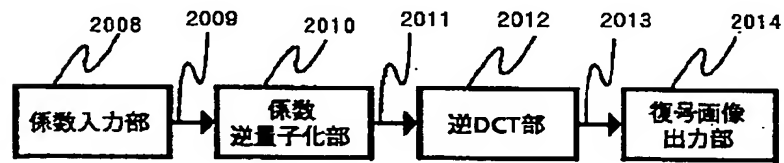
a) 入力画像

b) JPEG-DCT方式による符号画像

【図20】

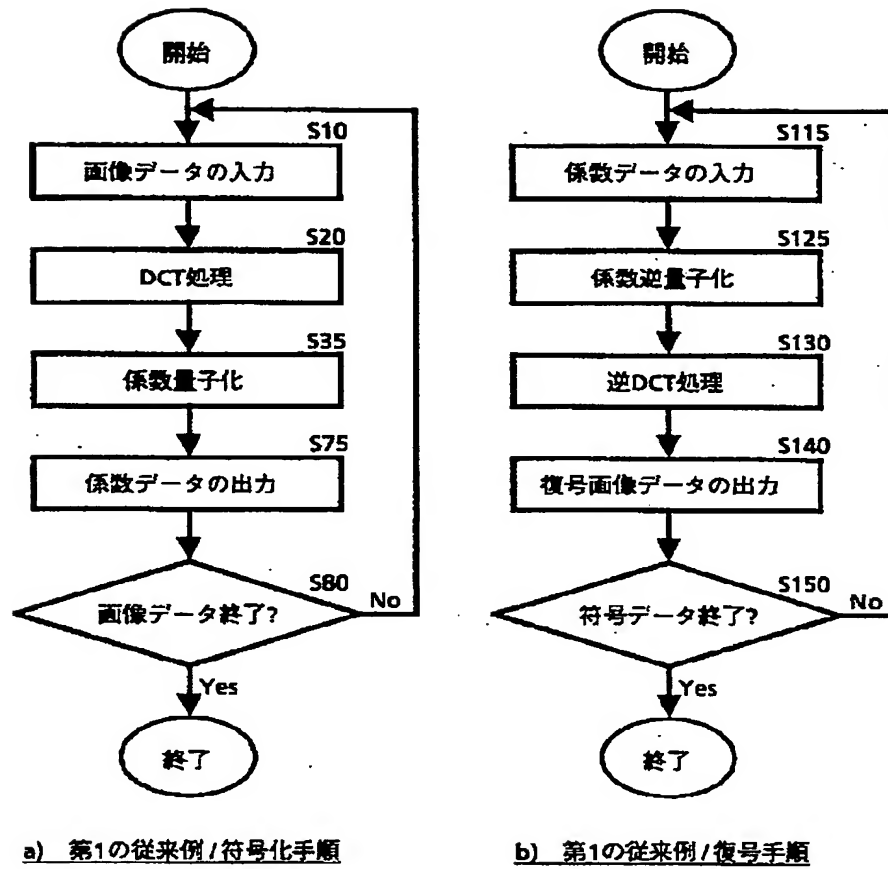


a) 符号化装置

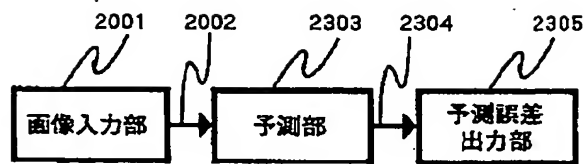


b) 復号装置

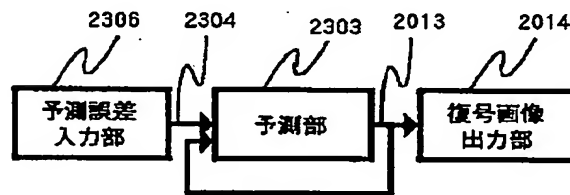
【図21】



【図23】

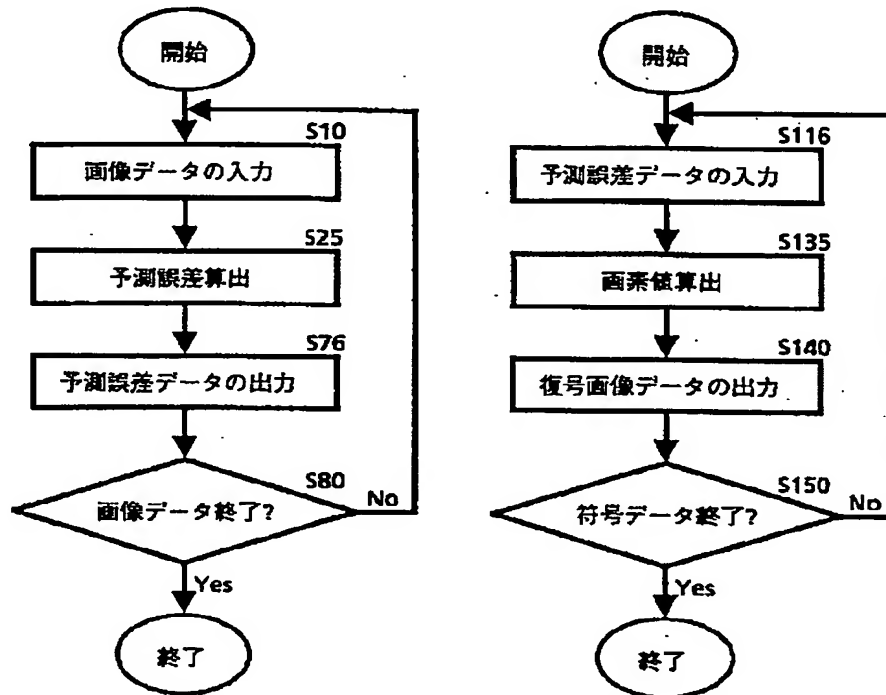


a) 符号化装置



b) 復号装置

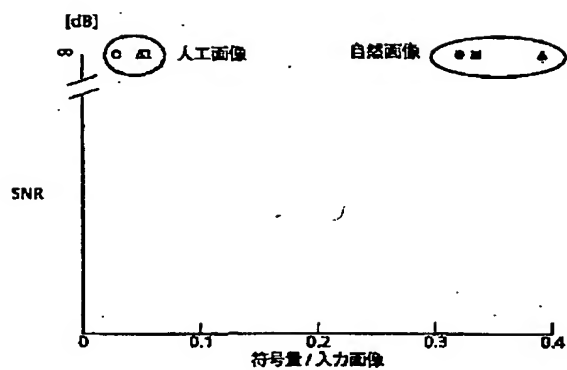
【図24】



a) 第2の従来例 / 符号化手順

b) 第2の従来例 / 復号手順

【図28】



【図29】

